ICAL Inter-Am. Trop. Tuna Bulletin
LIBRARY
APR 18 1961
FISH & WILDLIFE SERVICE
(1) √(1)

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Inter-American Tropical Tuna Commission
3129 49 Bulletin
v. 5-6
1961-63

Bulletin — Boletín
Vol. V, No. 1

SIZE AND YEAR CLASS COMPOSITION OF CATCH, AGE AND GROWTH OF YELLOWFIN TUNA IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC OCEAN FOR THE YEARS 1954-1958

COMPOSICION DEL TAMAÑO Y DE LAS CLASES ANUALES DE LA PESCA, EDAD Y CRECIMIENTO DEL ATUN ALETA AMARILLA EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL TROPICAL DURANTE LOS AÑOS 1954-1958

by — por
RICHARD C. HENNEMUTH

La Jolla, California
1961

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Bulletin — Boletín
Vol. V, No. 1

SIZE AND YEAR CLASS COMPOSITION OF CATCH, AGE AND GROWTH OF YELLOWFIN TUNA IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC OCEAN FOR THE YEARS 1954-1958

COMPOSICION DEL TAMAÑO Y DE LAS CLASES ANUALES DE LA PESCA, EDAD Y CRECIMIENTO DEL ATUN ALETA AMARILLA EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL TROPICAL DURANTE LOS AÑOS 1954-1958

by — por
RICHARD C. HENNEMUTH

La Jolla, California
1961

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

Page

SUMMARY 5
ACKNOWLEDGEMENTS 6
INTRODUCTION 6
METHODS OF COLLECTION 7
Population stratification 7
Sampling procedures 7
Gear classification 8
METHODS OF ANALYSIS 8
Estimating monthly size composition 8
Year class identification, age and growth 9
COMPARISON OF BAITBOAT AND PURSE-SEINE DATA 11
RESULTS 11
Northern Region 12
Size and year class composition of catch 12
Within areas 12
Among areas 14
Growth 15
Central Region 16
Size and year class composition of catch 16
Growth 17
Southern Region 18
Size and year class composition of catch 18
Within areas 18
Among areas 19
Growth 20
Intermediate Region 20
Size and year class composition of catch 20
Growth 21
Summary of regional results 21
Northern Region 21
Central Region 22
Intermediate Region 22
Southern Region 22
INTER-REGIONAL COMPARISONS 22
Comparison of growth rates 23
Year class composition 23
ESTIMATED AGE AND THEORETICAL GROWTH CURVE 25
Estimate of age 25
Theoretical growth curve 25
The von Bertalanffy equation 26
Estimation of parameters 26
Methods of fitting 26
Estimates of parameters 26
Average length and weight curves 27
COMPARISON OF GROWTH IN EASTERN, CENTRAL AND WESTERN PACIFIC 27

FIGURES — FIGURAS 29

TABLES — TABLAS 54

CONTENTS — INDICE (Continued)

SPANISH VERSION — VERSION EN ESPAÑOL

Página

RESUMEN ... 83

RECONOCIMIENTO ... 84

INTRODUCCION ... 84

METODOS DE RECOLECCION ... 85
- Estratificación de las poblaciones ... 85
- Procedimientos para el muestreo ... 85
- Clasificación de los sistemas de pesca ... 87

METODOS DE ANALISIS ... 87
- Estimación mensual de la composición de tamaños ... 87
- Identificación de la clase anual, edad y crecimiento ... 88

COMPARACION ENTRE LOS DATOS DE LOS BARCOS DE CARNADA Y DE LOS REDEROS ... 90

RESULTADOS ... 90
- Región Norte ... 91
  - Composición de los tamaños y de las clases anuales de la pesca ... 91
    - Dentro de las áreas ... 91
    - Entre áreas ... 93
  - Crecimiento ... 94
- Región Central ... 96
  - Composición de los tamaños y de las clases anuales de la pesca ... 96
  - Crecimiento ... 97
- Región Sur ... 98
  - Composición de los tamaños y de las clases anuales de la pesca ... 98
    - Dentro de las áreas ... 98
    - Entre áreas ... 100
  - Crecimiento ... 100
- Región Intermedia ... 101
  - Composición de los tamaños y de las clases anuales de la pesca ... 101
  - Crecimiento ... 102
- Sumario de los resultados regionales ... 102
  - Región Norte ... 102
  - Región Central ... 102
  - Región Intermedia ... 102
  - Región Sur ... 103

COMPARACIONES INTERREGIONALES ... 103
- Comparación de las tasas de crecimiento ... 104
- Composición de las clases anuales ... 104

EDAD ESTIMADA Y CURVA TEORICA DE CRECIMIENTO ... 105
- Estimación de la edad ... 106
- Curva teórica de crecimiento ... 106
  - La ecuación de von Bertalanffy ... 107
  - Estimación de los parámetros ... 107
    - Métodos de ajuste ... 107
    - Cálculo de los parámetros ... 107
  - Longitud promedio y curvas del peso ... 108

COMPARACION DEL CRECIMIENTO EN EL PACIFICO ORIENTAL, CENTRAL Y OCCIDENTAL ... 108

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA ... 110

SIZE AND YEAR CLASS COMPOSITION OF CATCH, AGE AND GROWTH OF YELLOWFIN TUNA IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC OCEAN FOR THE YEARS 1954-1958

by

Richard C. Hennemuth

SUMMARY

Data on the size composition of catch for the years 1954-1958 have been studied to determine year class composition, age and growth of yellowfin tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean. Direct age determination of tropical tunas has not yet proven reliable; however, this analysis has shown that the length-frequency distributions themselves are adequate to determine year class structure and growth rates. Absolute age has been estimated by comparing the average time of spawning with the time at which age groups initially appear in the catch.

A minimum legal limit of 55 cm. (7.5 lbs.) controls the size at which age groups first enter the catch; at which time they are approximately 12 months old. Fishing selectivity causes the modal size of age groups to be much overestimated, however, during the first few months in the exploited phase. At an age of two years, yellowfin average 85 cm. (28 lbs.), at three years 123 cm. (84 lbs.) and at four years 144 cm. (134 lbs.). There are relatively few fish in the catch that are older than four years.

Growth rate is similar throughout the Eastern Pacific fishing grounds; however, some variability in time of spawning is indicated among the populations supporting the fisheries in the Northern, Central and Southern Regions, indicating some degree of autonomy.

Growth rate of yellowfin in the Eastern Pacific is comparable to that in the Central and Western Pacific.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to thank the owners and employees of the various canneries in San Diego and San Pedro for their unreserved cooperation in the collection of length-frequency samples within their plants. The masters and owners of the tuna boats are also commended for the willingness with which they furnished information about their catches.

The author is also indebted to many staff members for their assistance in collecting length-frequency data, especially: Craig J. Orange, San Pedro; Robert Umlor, San Diego; James Joseph, Ecuador; Antonio Landa, Peru. Mr. Robert Umlor should also be recognized for his admirable service in tabulating and calculating many of the data used in this study.

INTRODUCTION

Knowledge of the biology of tunas is important for understanding and predicting the reactions of the stocks to varying degrees of fishing pressure. This information forms a basis for determining the maximum equilibrium catch and the level of fishing effort corresponding thereto, one of the primary objectives of the Inter-American Tropical Tuna Commission.

Rate of growth is one of the important vital statistics which determine the dynamics of a population. Age composition of catch reflects the effects of fishing, if any, and provides some of the requisite information to determine rate of recruitment and mortality.

These important aspects of the biology of tunas may be effectively investigated by observing the temporal changes in size composition of the populations as reflected by the catch. To this end, a program of sampling commercial landings to obtain estimates of the size composition was instituted in 1954. A sufficient amount of data has now been accumulated to warrant analysis.

This paper will present the results of studies of data on size composition of catch to estimate age, rate of growth, and year class composition of yellowfin tuna for the years 1954-1958. Comparison of these measures among areas within the Eastern Pacific fishing grounds, with regard to population structure, will also be presented.

In general, it is intuitively assumed that estimates derived from studies of sampled data are applicable to some true population. In this study the sampled population is the portion of the true population subject to capture

in commercial gear. Since certain size selectivities of gear are obvious, the two populations do not entirely coincide. The statistics presented herein, therefore, apply strictly to the commercially available fish, but in some instances may be sufficient estimates of the true population parameters.

METHODS OF COLLECTION

Collection of length-frequency samples from the commercial landings in San Diego was started by the Tuna Commission in July 1954. Sampling was expanded, with the cooperation of the California State Fisheries Laboratory, to include San Pedro landings, in December 1954. In October 1956, local Peruvian landings were also included in the sampling program. Finally, commencing in November 1958, local landings in Ecuador were sampled.

A detailed description and analysis of the methods of sampling has been published (Hennemuth, 1957). A brief review of the more pertinent aspects of that paper is included below, for the reader's convenience.

Population stratification

The Eastern Pacific fishing grounds were divided into 14 geographical sampling areas (Figure 1). These areas were formed on the basis of the distribution of total catch for the years 1951 through 1953, which characteristically appeared to be concentrated within certain areas of the fishing grounds in a rather consistent manner (see Alverson, 1959). Each sampling area encompasses one or more of these localities where the catch tends to be concentrated. The catch within each of these areas was divided into monthly time intervals. Together, the monthly and geographical divisions of catch form the basic sampling strata.

Sampling procedures

Each vessel has several brine or ice wells into which the fish are placed immediately after catching, and held frozen until unloading. These wells were selected as the primary sampling units. The date and area of catch are recorded daily by the captain or engineer as the wells are filled at sea, and this information is generally available at the time of unloading. Wells which contained fish caught in more than one month-area stratum were sampled infrequently when need compelled, but only when at least 90 per cent of the tonnage of such units were from a single stratum.

It was not possible to predict accurately the number or time of arrival of boats with units containing fish caught within a single stratum; hence, the units to be sampled could not be efficiently pre-selected in any schematic fashion. Also, the units contain up to 40 tons, or several thousands

of fish, and efficient sampling (see below) required that only a very small fraction of these fish be measured. The units, therefore, were divided into portions; thus the top portion or the middle portion, etc. was sampled.

Since statistical control in selecting the units and portions of units for sampling to represent each stratum was not possible, randomization was sought by arbitrarily selecting units and portions as time and opportunity permitted sampling to occur. While not strictly random, selection was, at least, in no way dependent on the size of fish contained in the units. Sampling was independent from stratum to stratum.

Individual fish were selected for measurement from the particular portion of the units by either a systematic or grab sampling technique, both of which appear to provide equivalent and unbiased estimates of the size of fish within the units.

Hereafter, measurements of fish thus obtained from a single unit will be simply termed a sample, although it does, in reality, constitute a third-stage subsample of the population.

Analysis of the 1954-1955 data indicated that the optimum sampling scheme required 50 fish per sample; the required number of samples per stratum varied from 3 to 13 depending on the species and type of length-frequency distribution encountered, i.e. uni-modal or multi-modal. These requirements were introduced in late 1956.

The numbers of samples collected per month-area stratum bears no strict relationship to the amount of catch in the stratum, but, in general, where less than three samples were collected, the catch was either nil, or in quantities too small to furnish a sufficient number of unmixed sampling units.

Gear classification

Two types of gear, pole and line (with the aid of live bait) and purse-seines, are employed by commercial fishermen in the Eastern Pacific yellowfin and skipjack tuna fishery. The vessels employing each type of gear are readily distinguishable. Sampling procedures were similar for catches of both types of gear, but the samples were treated separately for comparative purposes (see p. 11).

METHODS OF ANALYSIS

Estimating monthly size composition

The measurements of each sample were grouped into 20 mm. class intervals, the initial interval being 400-419, inclusive, and proceeding 420-

439, 440-459, etc.; mid-points are 410, 430, 450, etc., respectively. All samples within a month-area stratum were pooled to provide the monthly length-frequencies. These are presented in Table 1, by area and gear, together with the number of fish and number of samples for the years 1954-1958.

Numbers of fish per sample have remained constant subsequent to October 1956, but prior to October 1956, the numbers per sample varied widely (approximately from 30 to 250, primarily because the original target number was set at 150, before the analysis of sampling methods described above, and unloading conditions did not permit this large number to be measured consistently). In the estimating procedure outlined above, sample weights were proportionate to the numbers per sample. Thus the earlier samples were given varying weights, and the later samples were each given equal weight. Analysis of samples randomly selected from the 1955 data (Table 2) shows only a very poor relationship between size of unit and numbers per sample ($r = .32$, $P > .05$), and no observable covariance between mean length of fish and size of unit or mean length of fish and numbers per sample (Figure 2, panels C, B, and A, respectively). Thus, while the weighting procedures were different, the two series of data should provide equivalent estimates.

The resulting frequencies in numbers per interval were converted to percentage of frequencies, f_i, within each stratum. Since the f_i may be taken to represent the probability of occurrence of fish in the ith class interval in the catch, each stratum is represented by what can be termed a length-frequency distribution, although the frequency function which generates this distribution is unknown.

The numerical value of the modal length of the size groups used herein is the lower boundary of the class interval of maximum frequency. For example, a modal length of, say 500, indicates the maximum occurred at the interval of 500-519. The 10 mm. error (mid-point would be 510) introduced by this procedure is of no consequence in all ensuing estimates and comparisons of growth rates, since they are relative to the same base, but the absolute modal lengths should be increased by one centimeter to be exact.

Year class identification, age and growth

Direct determination of age, i.e. by analyzing marks on scales, vertebrae and other hard parts, has not proven reliable for tropical tunas or for albacore (*T. germo*) (Hayashi, 1957; Otsu and Ushida, 1959). Under certain circumstances, however, analysis of the length-frequency distributions themselves may provide the necessary estimates. This method has been used successfully for many species of fish, including yellowfin

tuna (Moore, 1951; Iversen, 1956; Yabuta and Yukinawa, 1957).

The monthly length-frequencies in most cases are composed of one or more rather definite, successive size groups. The central tendency of size groups was emphasized by smoothing the percentage length-frequencies with a moving average of three intervals, giving the center interval double weight. The maxima of the smoothed frequencies were selected to represent the modal lengths of the component size groups subject to the following exclusions: (1) Maxima of less than one per cent frequency were not considered significant and were ignored (2) When two maxima were separated by less than four class intervals they were not considered as defining distinct size groups, and of the two, the one with greater frequency was chosen to represent the modal size of the group. This latter condition was based on computed confidence intervals for means of size groups in multimodal distributions (Table 3). With three samples, the 95 per cent confidence limit is 106 mm., or about ± 5 class intervals. (3) The rather large variation expected with only one sample per stratum led to the exclusion of such samples.

The intervals in which the significant maxima occurred are indicated in Tables 4, 6, 8, and 10. Note that the maxima obtained from the smoothed data do not necessarily coincide with the maxima of the corresponding unsmoothed frequencies, but they are not displaced by more than one or two intervals.

Analysis proceeds by assuming that these size groups represent age groups of fish, i.e. those fish which, on the average, have been hatched within a limited period of time. In general, this period of time must be short relative to the time between the formation of successive age groups, in order that distinct size groups be formed and maintain their entity. The age of the fish in these size groups must then be determined.

The simplest situation, and the most common among fishes, is where age groups are formed only once each year. If this is the case, the modal lengths of age groups plotted against month of catch should form annual series depicting the growth curves of year classes in which (1) the modal length increases in a regular fashion with time (termed modal progression), (2) there is good agreement in length of fish in the same relative age group in different years, (3) there is, generally, agreement in goodness or poorness of growth of different year classes in the same years, and (4) abundance or scarcity of year classes persists in successive months and years. These are some basic concepts of year classes (see for example Hile, 1941).

This rather ideal pattern may be altered, however, by continual or multiple periods of spawning each year, or when there is a mixture of

populations with different spawning and growth characteristics. Definite size groups may still be formed, e.g. by periodic variations in survival within a continually spawning population; however, the age of the size groups may then be difficult or impossible to ascertain.

We have no *a priori* evidence that age groups are formed once yearly in the tuna populations; however, the method of approach has been to examine the data in the manner outlined and depend on *a posteriori* agreement with year class concepts as a measure of validity.

Once the year classes have been identified, estimation of growth rate follows immediately, by considering the monthly modal lengths as functions of time, of which two have been used, as described in ensuing pages.

COMPARISON OF BAITBOAT AND PURSE-SEINE DATA

During the years under study, the purse-seine fleet landed a minor share of the Eastern Pacific catch. This report, therefore, is based almost entirely upon samples from the catches of baitboats. There are some months and areas, however, where the samples from purse-seine catches form a useful supplement, and in Area 08 purse-seine catches alone furnish sufficient size composition data for analysis.

Before utilizing both kinds of data, however, some investigation of the possibility that the two types of gear exert differing relative size selectivities seems prudent. A detailed comparative study of gear selectivity is underway. For present purposes, however, it is sufficient to illustrate (Figure 3) that the modal lengths and time of occurrence of size groups is similar in the catches of both types of gear within Area 02, which has the most adequate data for this comparison. In Figure 3 the solid symbols are modal lengths of age groups of the primary size component; the open symbols are modal lengths of size groups of a secondary size component (see page 13). The minimum size of first entry in the purse-seine catch is about 10 cm. larger than that in the baitboat catches; this difference is unimportant, however, in the following analysis. Data from purse-seine catches, therefore, have been used to estimate the size composition in Area 08, and to supplement data from baitboat catches in the section dealing with theoretical growth curves.

RESULTS

The original analysis proceeded independently for each sampling area; however, certain of these were subsequently found to be uniform in year class composition and growth, and the data were, therefore, grouped in regions. As a measure of expediency and convenience, the presentation of results for the areas has been combined within these regions.

Northern Region

The Northern Region is composed of five areas (01, 02, 03, 04, and 08; see Figure 1). They include the fishing grounds off the coast of Mexico, within the Gulf of California, and around the offshore Revilla Gigedo Islands.

Size and year class composition of catch
Within areas

The estimated size compositions of monthly catches, illustrated by smoothed length-frequencies, for the years 1955 through 1958[1] are presented in Figures 4, 5, 6, 7, and 8 for Areas 01 through 04, and 08, respectively.

The commercial catch is composed of fish of 50-150 cm. total length (6 to 140 lbs.), but the majority is less than one meter in length. The lower limit is controlled by a minimum legal length of 55 cm. or 7.5 lbs. Selectivity of the pole and line gear itself appears to be of little consequence at this length.

The monthly catches may be resolved, for the most part, into rather definite, successive size groups. To identify year classes, the modal lengths corresponding to those size groups were plotted against month and year of capture (Figure 9) for Areas 01-04. This type of graph for the Area 08 data has been omitted because the restricted season of fishing resulted in a time series too discontinuous to allow independent analysis; however, these data will be presented for comparative purposes.

Within each area, the modal lengths representing the predominant size groups in the catch form successive series, within which there is a regular increase in length with time (solid circles in Figure 9). These "modal series," which are believed to depict the growth curves of successive year classes, are denoted by their actual or presumed (in the X54 series) year of entry into the catch, and prefixed with an X to avoid confusion when they are subsequently identified by year of origin.

The "X" series of modes have been superposed in time within areas (Figure 10) to illustrate the annual nature of their succession. The time and corresponding modal length at which the initial size groups of each series first enter the catch is uniform from year to year, that is to say, any variability in time is accompanied by a corresponding change in length (Figure 11). In general, there is good agreement between length and time of occurrence from year to year throughout the range in length.

---

[1] Samples collected from the catch during 1954 were insufficient to be of value to the analyses in the Northern Region.

An apparent exception to this uniformity is the size groups within the X57 series from January through July 1958, in Area 01. During this period, the rate of increase of modal length is retarded in comparison to other years. This anomaly of the X57 series also appears in other areas, although to a lesser degree. The progression of these size groups in subsequent months is comparable to other years, and there seems to be no corresponding slowing of the rate of increase of length of the size groups in the X56 series over the same time period. This indicates that a real change of growth rate may not be involved. It is notable that the fishing effort and water temperatures were abnormally high in Area 01 during this same period. Fishing intensity may have been heavy enough to crop the size groups nearly as fast as they were becoming susceptible to capture. Since the larger, and possibly faster growing, fish enter the fishery first, a severe cropping could produce an apparent slow growth rate. Once the entire group was susceptible, all members would presumably be equally available, and the apparent growth rate would resume its normal pattern.

Nevertheless, the "modal series" described above possess the required attributes of year classes, and are henceforth assumed to be such. The size groups may, therefore, be considered age groups for which the ages in months, relative to one another at least, may be readily ascertained.

These age groups account for about 75 per cent of the catch, or more in some cases. There are other size groups occurring sporadically in the catch. These size groups, and their corresponding modal lengths (open symbols in Figure 9, and also in Figure 3), have been denoted by prefixing a Y to the digits representing the previous year class; thus Y54 refers to those size groups occurring between the modal series corresponding to X54 and X55 year classes, etc.

This second size component appears sporadically from year to year within Areas 01 and 02, occurs only as a single series, Y55, in Area 03, and is not in evidence in Area 04. Some of these size groups may be caused by vagaries of sampling. Others could possibly be composed of faster growing fish of the succeeding year class. Some, however, persist well beyond the time at which the succeeding year class enters the catch, and this would not be expected if they were merely the result of selective fishing. The sporadic size groups are not apparent beyond a length of 100 cm.; however, they are generally of lesser relative abundance than the primary age group component, and may be present but indiscernible at the larger sizes. These size groups, in some cases, appear to represent a real and distinct secondary component. There does appear to be a fairly precise annual recurrence of the Y component size groups (Figure 12) in Areas 01 and 02, and they are, on the average, displaced about six months from the X series. This component may arise from a second annual spawning period, a varying survival rate within the spawning period, or may repre-

sent migrants from a population spawning at a different time. Since they constitute a minor part of the catch, and present insufficient data for thorough analysis, we shall not consider them further at this time.

Among areas

Comparison of the growth curves of corresponding year classes among areas (Figure 13) indicates that the modal lengths of age groups of the same year class, for the same month, are similar in all areas. There is, in fact, observably more variation among year classes within areas than among areas within year classes. In other words, the variation in length of age groups at similar times of catch from year class to year class, observed in Figure 9, apparently has occurred simultaneously in all four areas.

Comparison of the size composition of the catch in Area 08 with that in other areas indicates that in 1955, 1956 and 1957 the predominant size groups correspond in modal length to the age groups composing the year classes in the catch of the other four areas over the same time period (Figure 13). There are also size groups which correspond to the Y component, although, again, they are a minor constituent of the catch in these three years. The predominant size groups entering the catch in 1958 in Area 08 do not, however, conform to this pattern. Although they are the same length at entry as size groups in previous years' catch, they do not match any size groups found in Areas 01-04 at this time. In May and June smaller size groups enter the catch of Area 08, which more closely correspond to the age groups in other areas (see also Figure 8). The data of the Northern Region alone do not suggest an explanation of this phenomenon. It is apparent, however, that in 1958 the predominant size groups of fish in Area 08 were unrelated to the size groups of fish predominant in other northern areas.

With this latter exception, the similarity of growth curves indicates that the stocks of fish in these five northern areas are closely interrelated.

The time, and corresponding modal length, at which the initial age groups of the year classes appear in the catch is, however, different in the five areas. They enter first in Areas 01 and 03, then in Areas 02 and 04, and last in Area 08 (Figure 11). This is related to the seasonality of fishing in these areas. Based on the average catch over the years 1952-1955, the fishing seasons may be defined for each area as follows: Area 01, June-December; Area 02, November-July; Area 03, November-July; Area 04, January-May; Area 08, March-June. These inclusive periods account for at least 90 per cent of the annual catch; with off-season months each producing less than 5 per cent of the annual catch.[1] The catch in Area

[1] Unpublished data compiled from the Tuna Commission's statistical collections.

04 is composed primarily of age groups which range in modal length from 65 cm. to 85 cm. and that in Area 08 of age groups which range from 70 to 90 cm. The seasonal distribution of the catches within these two areas, together with the fact that modal lengths of age groups coincide with those of other areas suggests the possibility of a seasonal migration of fish among these areas; particularly, south into Area 04 during the first quarter of the year and into the Gulf of California (Area 08) during the second quarter of the year; these two periods representing the normal "off-season" in Area 01.

The catch in Area 02 is less affected by seasonal variations, and is composed of a greater proportion of larger and older fish than in other areas. This is of some interest because of its strictly pelagic island environment in contrast to the more coastal environment of the other four areas.

Growth

The monthly modal lengths of the primary component age groups are listed in Table 4 by areas, year class and month of capture. For comparative purposes, and as an empirical statistical measure of growth, each of the year class curves were segmented into calendar years, and the monthly modal lengths of age groups within each year fitted by linear regressions. The slope and calculated mid-year length were taken to represent the pertinent parameters of growth-rate and average length. The calendar year of recruitment was termed stanza N, the second calendar year (first complete calendar year in the fishery) termed stanza N+1, etc. Estimated growth rate and mid-year length are summarized by year of growth, stanza and area in Table 5. Consecutive values of the same year class run diagonally.

It would be desirable now to have a statistical measure of the variation of corresponding age groups among areas and years previously observed. These data are organized in a two-factor classification, areas and years, within growth stanzas. The individual cells represent a regression based on varying numbers of observations, however, and in some cells data are completely missing or contain too few observations to be of value. A factorial analysis of variance would not be practical under these circumstances, and probably not valid. Two single-classification analyses of covariance, among years within areas, and among areas within years, have been utilized, therefore, to test the significance of variation of growth rate and adjusted mean length among years and areas. Provided there are no area-by-year interactions, these tests are equivalent to the factorial analysis, although less efficient.

Only one significant difference in growth rate (Area 04, stanza N+1, where observations were available only from the first six months in three

of the years), but consistent significant differences in adjusted mean length[1], were found among years within areas for each growth stanza (these significant differences, $P \leqq .05$, are indicated by a single asterisk in Table 5).

No significant differences in growth rate, and only two significant differences in adjusted means were found among areas within years (these significant differences, $P \leqq .05$, are indicated by double asterisks in bottom lines of Table 5).

Pooling the estimates over all stanzas, the estimates of the variation in growth rates and adjusted means among areas within years are 418 (34 d.f., not significant) and 981 (34 d.f., not significant), respectively. Corresponding estimates among years within areas are 384 (30 d.f., not significant), and 4238 (30 d.f., significant). The F ratios $418/384 = 1.09$ ($P > .05$) and $4238/981 = 4.32$ ($P < .01$) indicate that the variation in growth rate among areas and among years is the same, but that the variation in mean length is significantly greater among years than among areas. This confirms the previous observations based on inspection of the growth curves.

The monthly modal lengths of each year were, therefore, averaged over all areas to yield average growth rates and mid-year lengths (bottom line of Table 5 and Figure 14). The growth rates for stanza N (1.3 to 2.5 cm. per month, average value = 1.8) are obviously biased because of incomplete recruitment at this time. The growth rate of 1.3 cm. per month for stanza N+3 is based, perhaps, on too few data to be reliable. For stanzas N+1 and N+2, the growth rates (2.9 to 3.8, average = 3.6 cm. per month; and 1.4 to 2.5, average = 2.0 cm. per month, respectively) may be reasonable approximations to the true growth rate. The same reasoning, of course, applies to mid-year lengths which average 53.9, 82.1, 123.6 and 140.5 cm. for stanzas N, N+1, N+2, and N+3, respectively.

Central Region

Area 05 has been designated as the Central Region, and includes the fishing grounds off the Central American coast, which, as implied, occupy a central location within the range of the Eastern Pacific fishery, and encompass the climatological equator of the Eastern Pacific.

Size and year class composition of catch

The estimated monthly size compositions of catch portrayed in Figure 15 are represented by smoothed percentage length-frequencies. In 1954, 1955 and 1956 the catch was composed almost exclusively of fish 50 to 100 cm. total length, and in 1957 and 1958 only a few distinct size groups

---

1/ These tests are assumed applicable to calculated mid-year lengths listed in Table 5.

exceeded a modal length of one meter. The absence of data for some months in the last quarter of 1955-57, and for the entire last half of 1958 reflects the lack of catch at these times.

Each month's catch is composed, in general, of one, two or three distinct size groups, whose modal lengths are plotted against month and year of capture in Figure 16. The modal lengths form many short series (modal lengths joined by solid lines), whose pattern of occurrence at first appears rather irregular. Close examination, however, reveals some consistency. A distinct size group of fish enters the catch each year in April, May or June at a modal length of 52-58 cm. An equally distinct size group enters the catch in October 1954, at 50 cm., December 1955, at 56 cm., and January 1958, at 62 cm., however, to form an apparent second annual component. In both cases, these entering size groups can be traced easily through the catch of several ensuing months, and the larger modal lengths form several distinct series, but the two phases are seemingly disjoint at modal lengths of about 70 cm. The dashed lines joining the larger modal series with the entering modal series represent the most obvious interpretation (to the author, at least) of possible year class composition. Note that the size groups in May through September 1957 at 76 to 94 cm. modal length, which are neglected in this interpretation, are generally of lesser frequency and not distinctly defined. The modal series commencing in April 1956, at 88 cm. has not been linked with any other, since there is no obvious relationship. The remaining modal series have been identified by year of entry, prefixed with an "X" for those entering the catch in the second quarter, and a "Y" for those entering the catch later in the year. The modal lengths of these series are listed in Table 6.

By superposing the series entering in successive years (Figure 17), they now take on an aspect of annual succession, and the X series particularly appears to represent the growth curves of successive year classes. The Y series are also well correlated in time and length of occurrence from year to year, but are represented at most for eight months after first appearance in the catch. There is no tendency for them to fuse with the X series, hence they are not construed to represent components of the ensuing year classes, prematurely produced as distinct size groups by selective fishing. We cannot at this time offer a firm explanation of their presence, but they could arise from a bimodal spawning or survival period, or represent migrants from another population. It should be emphasized, however, that other interpretations of the data are possible, and, indeed, the data do not offer explicit evidence that any of the series represent true year classes.

Growth

Growth rates are again approximated by linear relationships of length

and time within calendar years, the calendar year of recruitment being termed growth stanza N, and the following year, stanza N+1. Note, however, that for the Y series, the growth stanza corresponding to N is the period October-May rather than the calendar year. Growth rate is again estimated by the slope of the line (cm. per month); average length is the calculated mid-year modal length (month 1.5 for the Y series). These statistics are found in Table 7 by year of growth; year classes read diagonally. Analysis of covariance indicates significant differences ($P < .05$, indicated by an asterisk in Table 7) among years in adjusted mean lengths for stanza N, X series, and in growth rates for stanza N, Y series. The age groups are probably fully recruited for most of the second year (N+1) in the fishery, and the growth rate of 3.8 cm. per month and average length of 83.4 cm. may thus approximate the true growth in this area, during this period of life.

Southern Region

The Southern Region encompasses all fishing grounds south of 5°N latitude, and has been divided into four sampling areas (cf. Figure 1). Area 06 encompasses the coastal fishing grounds from 5°S to 5°N; however, the catch, and, consequently, the length-frequency samples are primarily from the bank and ridge adjacent to the Gulf of Guayaquil. The waters surrounding the Galapagos Islands form the second area within the Southern Region (07), and are located approximately 500 miles offshore. Catches in the third area (13) are made mostly within 60 miles of a shallow known as the "Fourteen Fathom Spot" which is located at 9°S, 80°W. Boats initially fished in this area in 1953, but not again until 1957. The fishing grounds off northern Chile (Area 14) represent the most southerly extent of the fishery. Samples were collected from the catches of December 1957, and November and December 1958, the only months when significant catches were made there.

Size and year class composition of catch
Within areas

The size composition of monthly catches in Areas 06, 07 and 13, for the years 1954 through 1958 are illustrated by smoothed length-frequencies in Figure 18. The three months of data for Area 14 are presented in Figure 19. The catch is composed of definite size groups, almost all of which are less than one meter in modal length. Prior to 1957, the length-frequency data of Areas 06 and 07 provide a rather discontinuous time series for analysis because of the frequent months in which only a single sample was obtained.

The modal lengths of the size groups are plotted against month of catch in Figure 20. The modal series represented by solid circles were

interpreted as representing the growth curves of successive year classes, and are annotated as in previous analyses. The X56 series, which is well defined in Area 06, is not evident in the Area 07 catch except for three months commencing in July 1956; and the modal series identified as X54 and X55 are not well represented through their second year in the fishery. In both cases, this reflects the temporal discontinuity in catch and sampling.

The open circles in Figure 20 indicate additional size groups which are generally of minor frequency and which are believed to be superfluous except in two instances. In Area 06, and to a lesser extent, in other areas, there occur well defined size groups in July, August and September 1957, at modal lengths of 100 to 106 cm. During the latter half of 1958, adequate size composition data were obtained only from the catches in Area 06, where the X58 series seems to dissipate, and is replaced by a smaller series of size groups entering the catch in September at a modal length of 59 cm. These two short series of size groups appear real but do not seem to bear any relationship to the main pattern of size groups.

The successive X-series of modes, superposed in time within each area (Figure 21) exhibit considerable variation from year to year in time of occurrence and corresponding modal size. The regular progression and more exact temporal recurrence of modal lengths of the X56 and X57 series are a strong indication that they do, perhaps, represent year classes; and the deviation of the X54 and X55 series is, perhaps, due to the lack of sufficient data or to year-to-year variation in spawning or recruitment. However, the inconsistency of the four series suggests that they may not all represent successive, interrelated year classes.

Exact time of recruitment is difficult to establish because of the temporal discontinuity of the data. In general, the initial age groups of the X56, X57 and X58 year classes enter the catch during the first few months of the calendar year, and at a modal length of 50-54 cm. The X54 and X55 year classes appear to have been recruited later in the year.

The rather long period of time, up to 12 months, through which the apparent growth is small or negligible, indicates either an extended period of recruitment or of spawning of the populations supporting the catch in these waters.

Among areas

The modal lengths of size groups in all four areas have been superposed in Figure 22 for inter-area comparisons; Figure 18 is also useful for this purpose. The occurrence of the age groups within the successive year classes illustrates a high degree of consistency among areas, despite the

varying temporal discontinuity. Note especially the similarity of the X57 year class, which is represented in all areas over a relatively long time period; and note that the few data points from Area 14 fall very close to the remaining areas.

There seems to be little evidence of autonomy among the stocks of the four areas, insofar as size composition of catch is concerned.

Growth

The monthly modal lengths of each of the four year classes are listed in Table 8 by area. There are insufficient data to allow statistical comparisons among the successive year classes within areas, but previous visual comparisons have indicated that this variation is large compared to that among areas. For purposes of estimating growth, the data for all areas have been pooled by year classes, and the usual linear regression fitted within calendar years.

The estimates of growth rate and calculated mid-year length are summarized by year of growth in Table 9; year classes read diagonally. The curves are portrayed in Figure 23.

Analysis of covariance indicates that the growth rates are not significantly different among years within growth stanzas, and average 1.5 and 3.4 cm. per month for stanzas N and N+1, respectively. Adjusted mean length is, however, significantly different among years, as expected. A progressive increase in mid-year length from 1955 to 1958 is apparent in the N+1 stanza. It appears that either a consistent change in time of spawning has occurred, or the series do not all represent successive year classes.

Intermediate Region

Areas 10, 11 and 12; the Gulf of Panama, and the offshore island-bank areas of Cocos and Malpelo, respectively, comprise the Intermediate Region. They are of minor relative importance in fish production, and the catch within these areas is generally made within only two or three months during the first half of the year. Within each area, therefore, size composition of catch is estimated by two or more samples for only a few months each year. The intermediate position between the Southern and Central Regions, however, creates sufficient interest to warrant separate analysis of this region's size composition.

Size and year class composition of catch

Smoothed length-frequency distributions of monthly catch are pre-

sented in Figure 24 for the years 1955-1958. The catch is composed exclusively of one or two size groups, which are always less than one meter modal length. The frequencies based on single samples exhibit a multiplicity of size groups in some months, e.g. August and September 1957, and March 1958.

A high degree of similarity in size composition among the three areas is exhibited. The data from all three areas have been combined within each year, therefore to provide a time series more suitable for analysis.

The seasonal discontinuity of catch does not allow a continuous observation of the size groups as they progress through the fishery; but the larger size groups (80-100 cm.) in 1957 and 1958 have been assumed to be related to the smaller size groups (50-60 cm.) of the previous year. Thus in Figure 25, where the average modal lengths of size groups were plotted against time of capture (the four-years data have been superposed), the larger size groups have been translated 12 months to the right to form "modal series" corresponding, presumably, to year class growth curves. They are identified, as usual, by year of entry into the catch. The X series are consistent in time and length of occurrence from year to year. The size groups occurring in the catch in January through June 1956 from 60 to 80 cm., plotted both to the left and right of the X series in Figure 25, constitute a short series definitely out of phase with the remaining series, and has been labeled X55-6 to distinguish it from the remaining series. The X55-6 series will be referred to again in a subsequent section.

Growth

The average modal lengths of each year class are listed in Table 10. The X55-X58 year classes, among which differences in growth rate and average modal length cannot be adequately tested because of insufficient data, but which appear to be insignificant, have been combined to provide estimates of growth. The growth rates and mid-year lengths, calculated as before, are 1.2 cm. per month, 58.3 cm., 3.1 cm. per month and 89.4 cm., respectively for growth stanzas N and N+1. These average curves are depicted in Figure 25.

Summary of regional results

Before proceeding to comparisons of growth and year class composition of catch among regions, a brief recapitulation of the results within regions seems desirable to bring them into perspective.

Northern Region

The Northern Region includes five sampling areas, within which the

predominant size groups in the monthly catches were shown to represent age groups of successive year classes. The growth curves of corresponding year classes coincide in all areas. Significant variations in mean lengths of age groups among years was evident. The seasonal occurrence of particular age groups within year classes in the different areas suggested possible seasonal migrations among them.

Central Region

In the Central Region, a single sampling area, the catch is composed of short, discontinuous series of size groups. These series seem to be composed of two distinct size components entering the catch each year. It has been shown that the annual recurrence within each of the two series is rather uniform, and they may, therefore, represent two year classes originating each year. The data, however, are open to other interpretations, and the one given represents only what is, in the author's opinion, the most likely.

Intermediate Region

The catches in the three areas of the Intermediate Region are highly seasonal, and the size-composition data are, therefore, somewhat fragmentary. Size composition of catch was found to be nearly identical among the three sampling areas, and the predominant size groups were identified as age groups of successive year classes. One year's catch, however, contained a series of size groups definitely out of phase in time of occurrence and modal length with these year classes.

Southern Region

The Southern Region is subdivided into four sampling areas, two of which provide data only for 1957 and 1958. Size groups entering the catch each year, and occurring at progressively larger modal lengths in ensuing months were discernible, but the correlation in time of occurrence and corresponding modal length of size groups of these series in successive years was poor. The series entering the catch in 1954 and 1955 could not be followed through the second year in the fishery, and exhibited the greatest deviation. However, the data for these years were somewhat inadequate. The identification of these modal series as year classes is, therefore, somewhat tenuous. Regardless, the series were found to coincide in all areas. Two additional short, aberrant series of size groups occurred, primarily in Area 06, which could not be explained.

INTER-REGIONAL COMPARISONS

A most important and difficult task is the determination of racial composition within the population of yellowfin supporting the fishery in the

Eastern Tropical Pacific Ocean. Morphometric studies have rather clearly indicated that this population forms an integral unit in relation to other tuna fisheries in the Central Pacific (Schaefer, 1952); however, similar studies, applied to different areas within the Eastern Pacific, were not definitive (Broadhead, 1959).

It is of interest, therefore, to compare growth rates and year class composition of catch among the various regions to see if these characteristics provide some inferences respecting this problem. Similarity of these characteristics may be considered necessary, but certainly not sufficient, evidence for homogeneity of populations. Thus, autonomy of stocks would be indicated by different growth and year class composition characteristics, but not conversely.

With regard to the population problem, these data may be relatively more valuable, however, when considered in relation to results of tagging, serological, and spawning studies now underway.

Comparison of growth rates

Previous comparisons of growth rates, estimated by linear regressions within calendar years have indicated no significant differences either among areas or among years within regions. Regional comparisons are limited to growth stanza N + 1, because estimates of growth rate in later stanzas are available only in the Northern Region, and calculated growth rates for stanza N are of doubtful meaning because of continuing recruitment during this period.

The average growth rates for stanza N+1 within regions and years are presented in Table 11. The differences among regions and years are not significant, although there is some suggestion of higher growth rate in the Central Region, and also in the years 1956 and 1957.

The overall growth rate, therefore, may be taken as 3.6 cm. per month during the calendar year following that in which the initial age groups of each year class appear in the catch.

Year class composition

Comparison of regional year class composition will be done graphically, by superposing the average values of modal lengths of the series, which have been presumed to approximate the growth of year classes, for the various regions. These have been prefixed with an N, C, I or S when it is necessary to distinguish the regions.

The growth curves of the year classes forming the primary (X) size components from the Northern, Central and Southern Regions have been

plotted in Figure 26. Considerable heterogeneity is exhibited among the X54 and X55 year classes of the three regions. The X56 year classes of the Northern and Southern Regions very nearly coincide. That of the Central Region coincides initially, but deviates somewhat from the others above 65 cm. This may be related to the discontinuity of this series, (CX56) which was noted in the previous section. The Central and Southern X57 year classes correspond to each other, but that of the Northern Region is considerably displaced. The X58 year classes again coincide in the Northern and Southern Regions, there being no data from the Central Region.

It is the displacement of the growth curves among regions which is of interest, for this suggests that the spawning population from which these year classes originate could be autonomous.

In Figure 27, the secondary (Y) size components of the Northern and Central Regions have been added to the data of Figure 26. The first interesting feature is that the size groups of the Central Region identified as Y57 (CY57 in Figure 27) coincide with the X57 year class in the Northern Region. Also, some of the size groups in the Y56 series of the Northern Region and, in particular, the heretofore unexplainable size groups in the 1958, Area 08 catch, coincide with the X57 year classes in the Central and Southern regions. This suggests that there was an inter-migration of fish between the Northern and Central Regions in 1957 and 1958, but that the two populations were originally autonomous.

The remaining data do not suggest any definite pattern. The remaining Y groups of the Northern Region do not consistently correspond to the Central and Southern components. They may represent a secondary annual spawning contributing to the Northern Region.

In Figure 28 have been plotted the average modal lengths of age groups within year classes in the Intermediate and Southern Regions. The age groups of the respective year classes in the Southern and Intermediate Regions are closely coordinated in time and size of occurrence, excepting the IX55 series. Note that the IX55-6 and SX55 series are coincidental, both of which were found to be out of phase in time, with subsequent year classes within their respective regions. At any rate, a considerable degree of homogeneity in year class growth curves is indicated between the two regions.

The possibility that the stocks of fish from the Central, Intermediate and Southern Regions are closely interrelated cannot, thus, be refuted; although the present data do not offer explicit evidence that they necessarily are. There is some evidence to indicate that the stocks of fish in the Northern Region are of independent origin from those of the regions to the south.

ESTIMATED AGE AND THEORETICAL GROWTH CURVE

The data from Area 02 were selected for purposes of estimating age and fitting growth curves because it contained the most adequate representation of age groups above 100 cm. The growth rate was previously indicated to be similar among all areas. The monthly modal lengths of age groups of the X54, X55 and X56 year classes are utilized to provide the basic estimates. Year classes first enter the catch in Area 02 during the last quarter of the calendar year. Since the modal length of age groups is overestimated for the first few months after appearing in the catch, due to selectivity of fishing, those occurring in the catch in April of the year following recruitment are the initial age groups used in the ensuing calculations.[1]

Estimate of age

Studies of gonad development (Schaefer and Orange, 1956) indicate the greatest spawning activity in Area 02 is consistently within the period from May through November, with peak frequency of maturing females in August. Assuming August as the average spawning time for stocks in this area, the initial age groups of fish used for fitting (approximate modal length = 70 cm.) must be 8 or 20 or 32, etc. months of age. Assigning an age of 32 months would result in at least two of the first three years increments being less than that of the 4th year. Assuming the age of 8 months yields a first year increment about 2.3 times that of the 2nd year, and would mean that size groups about 60 cm. modal length occur in the catch at the month assumed to be the peak spawning time or zero age. These age assignments, while with the realm of possibility, seem much less likely than the remaining choice. We shall, therefore, assign the age of 20 months to age groups in April that are at approximately 70 cm. modal length. The year classes X54, X55, etc. are thus identified as the 1953, 1954, etc. year classes, corresponding to the year of origin.

Theoretical growth curve

The previous estimates of growth based on linear relationships within calendar years are useful for comparative purposes when the relative age of the fish within the year is similar for all groups being compared, since the growth in length is very nearly linear over such a short time period. It is desirable, however, to present a continuous relationship of length or weight with age so that comparisons may be more universal, and average growth data may be rendered more suitable for incorporation into the yield

---

[1] Current studies on the abundance of year classes indicate that April is approximately the time at which age groups become fully recruited to the fishery in this area.

equations of population dynamics theory.

The von Bertalanffy equation

An equation frequently used to describe size at age is that due to von Bertalanffy; the derivation of which is adequately summarized in Beverton and Holt (1957). This equation is based on the concept of metabolism of the organism, and is, perhaps, preferable to the many other "empirical" growth curves which have been formulated (see for example, Nair, 1954).

The form of the curve

$$l_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_o)}), \text{ where}$$

l_t is the length at age t, is determined by the two parameters K (proportional to rate of metabolism) and L_∞ (asymptotic length). The parameter t_o (apparent age at length zero)[1] determines the position of the curve with respect to the observed points.

Estimation of parameters
Methods of fitting

Methods of fitting were the same as outlined in Beverton and Holt (1957, pp. 282-288), except that analytical linear relationships (Bartlett, 1949) between modal length at month N and month N − 1, and between $log_e (L_\infty - l_t)$ and t were used to estimate K, L_∞, and t_o, respectively. This process yields the best available estimates of the parameters b and a in linear equations of the form $Y = a + bX$, where we wish to determine the analytical values of a and b. However, the process does not necessarily yield efficient estimates of the parameters $K = -log_e b$, $L_\infty = a/(1 - b)$ and $t_o = (log_e L_\infty - a)/b$ because of the additional relationship involved between K and $log_e b$. The estimates of K based on monthly data herein are 1/12 those corresponding to an annual time period.

Estimates of parameters

Estimates of parameters K, L_∞ and t_o for the three year classes are:

Year Class	K	L_∞	t_o
1953	0.047	172 cm.	10 months
1954	0.055	162 cm.	8 months
1955	0.055	173 cm.	11 months

It should be noted that the 95 per cent confidence limits of the true slope $\beta = e^{-K}$, (*0.861 to 1.043*) include values greater than 1, which would result in an indeterminant asymptotic length.

---

[1] t_o is arbitrary, and does not necessarily have any biological significance.

The observed modal lengths and calculated growth curves for the three year classes are presented in Figure 29, and seem to provide a satisfactory graduation of the data.

Average length and weight curves

Although the growth rate, K, of the 1953 year class appears less than the others, the difference is not significant. Therefore, the average length at age t has been taken as

$$\overline{l}_t = 169\ (1 - e^{-.05(t-10)}).$$

Average growth in terms of weight was calculated using the equation

$$\overline{w}_t = 218\ (1 - e^{-.05(t-10)})^3$$

where the asymptotic weight, $W_\infty = 218$ pounds, was estimated from Chatwin's (1959) length-weight relationships.[1] The inflection point of the weight curve represents the point in time or age at which the weight is 30 per cent of the asymptotic value, in this case, 31 months.

These two average curves are portrayed in Figure 30 and illustrate the goodness of fit to observed modal lengths and weights for all year classes in Areas 01-04.

COMPARISON OF GROWTH IN EASTERN, CENTRAL AND WESTERN PACIFIC

The studies of age and growth published by Moore (1951) and Iversen (1956) based on the size composition of Hawaiian longline catches from 1948 to 1953, and that published by Yabuta and Yukinawa (1957) based on the size composition of baitboat and longline catches in Japanese waters from 1953 to 1955 have been employed for comparison with age and growth in the Eastern Pacific. Both of the former fisheries take place in waters north of 15°N latitude, and the Eastern Pacific data from waters of similar latitude, the Northern Region, will be utilized for these comparisons.

Yabuta and Yukinawa have found the Japanese baitboat catches to be composed of readily distinguishable, successive year classes, which first enter the catch in January at about 40 cm. The monthly modal lengths averaged over the three successive year classes included in their study

[1] The estimated length-weight equation for Eastern Pacific yellowfin is $W = 3.894 \times 10^{-5} L^{3.02}$, which is close enough to a cubic relationship to validate the use of the cubic in estimating w_t.

are plotted against time of capture in Figure 31, as are the monthly modal lengths averaged over the year classes 1953-1957 within Areas 01-04, and 08 in the Eastern Pacific (see Table 4). The length range in the Japanese baitboat catches is rather short, but the coincidence of the two growth curves is remarkable, especially since a good share of the Japanese baitboat catch includes fish well below the selection size (up to 70 cm.) in the Eastern Pacific fishery. Note, however, that a displacement of even two or three months to the right (which would correspond to a two or three month difference in average spawning time) would tend to bring the data more into line with our hypothesis that the length of age groups tends to be overestimated at the smaller sizes (below 70 cm.). It may also be that an effective minimum size applies to the Japanese fishery, or that the pole and line gear itself is selective below 50 cm.

Yabuta and Yukinawa also found a secondary size component occurring between the year classes, analogous to the Y component found in the present study. However, their second component is not detectable beyond lengths of 50 cm. The authors conclude that these secondary size groups are caused either by selective sampling from the ensuing year classes or represent a stock of fish with a different spawning period.

The monthly modal lengths of age groups averaged over several year classes in the Japanese and Hawaiian longline catches are also plotted in Figure 31. Moore estimated K and L_∞ to be 0.46 and 190 cm., respectively, for the Hawaiian longline data. Using the modal lengths of age groups averaged over several year classes in the Japanese longline catches, I have derived estimates for K and L_∞ of 0.77 and 161.3 cm., respectively (the corresponding annual value of K for the Eastern Tropical Pacific is 0.66). Since the 95 per cent confidence limits of K, calculated from the confidence limits on β, were found to be approximately 1.40 and 0.48 in the Eastern Pacific, the growth rates of all three Pacific fishing grounds cannot be considered significantly different.

The three sets of data points may also be considered to be plotted on a nearly common age scale, since the estimated ages at the same month of capture are within a few months of each other. If the estimated ages are even approximately correct, the fish in the Hawaiian and Japanese longline catches are considerably larger for their age than the fish in the Eastern Pacific (and possibly Japanese) baitboat catches. Yabuta and Yukinawa believe that the age groups of the baitboat and longline catches are but two segments of a continuous growth curve for the species. One hypothesis is that fish about 90 cm. and larger tend to inhabit deeper waters and that the larger members of a year class, consequently, become less available to the baitboat, or surface, fishery. Unfortunately, baitboat effort in the Central Pacific and longline effort in the Eastern Pacific are too insignificant to provide further evidence along these lines.

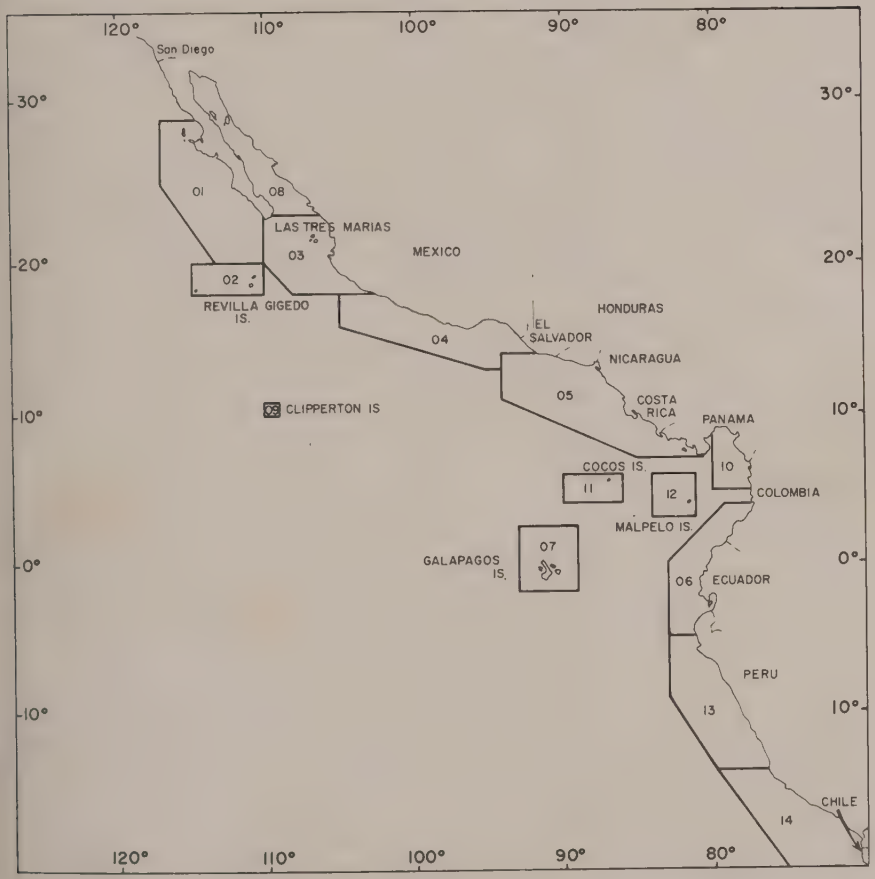

Figure 1. Geographical stratification of the Eastern Tropical Pacific fishing grounds used in sampling the commercial catch.

Figura 1. Estratificación geográfica de las localidades de pesca del Pacífico Oriental Tropical usadas para el muestreo de la pesca comercial.

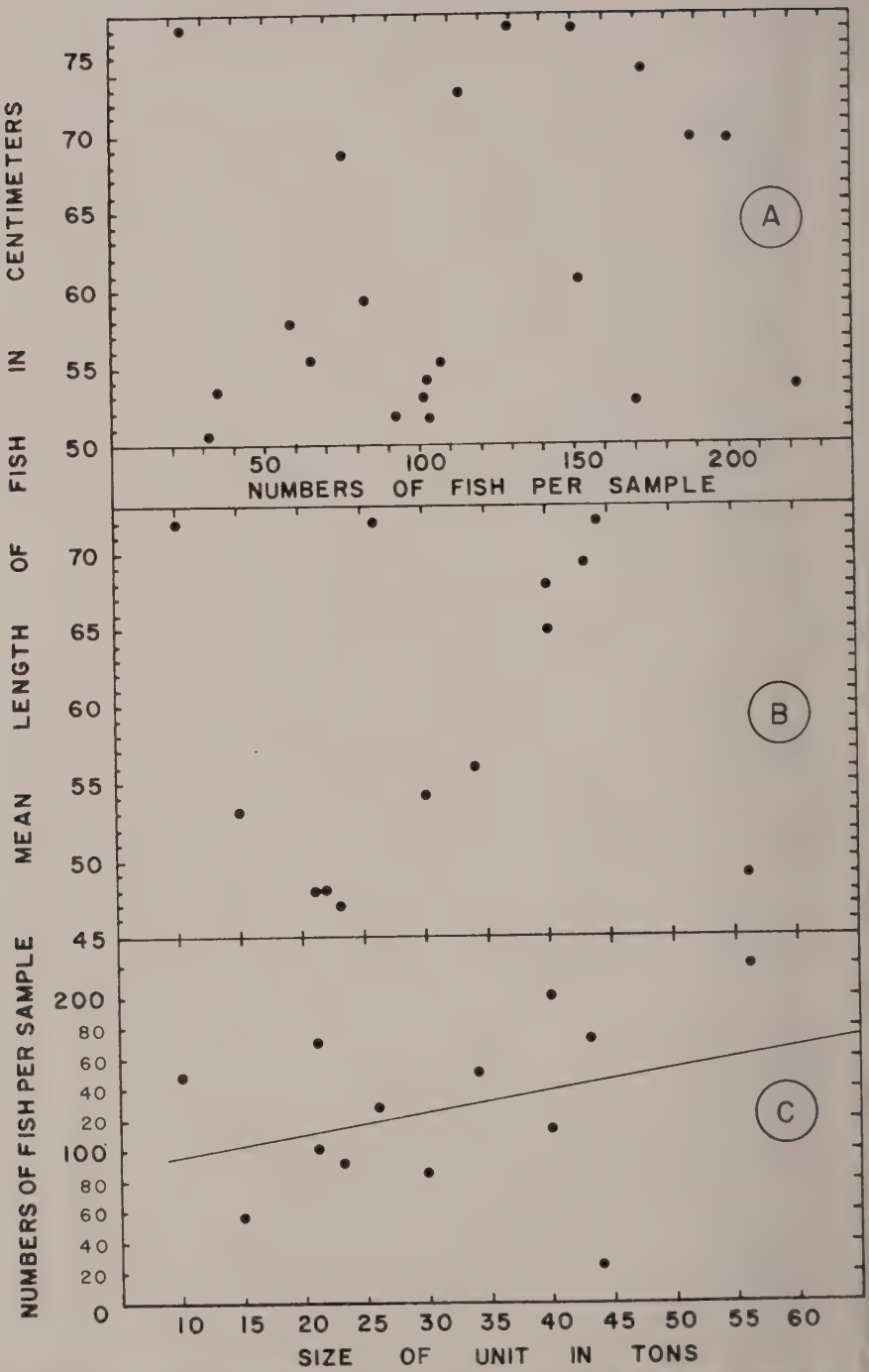

Figure 2. Relationships between mean length and numbers of fish in sample (A), mean length of fish in sample and size of sampling unit (B), and between numbers of fish per sample and size of sampling unit (C).

Figura 2. Relaciones entre la longitud media y el número de peces por muestra (A), longitud media de los peces en la muestra y el tamaño de la unidad de muestreo (B), y entre el número de peces por muestra y el tamaño de la unidad de muestreo (C).

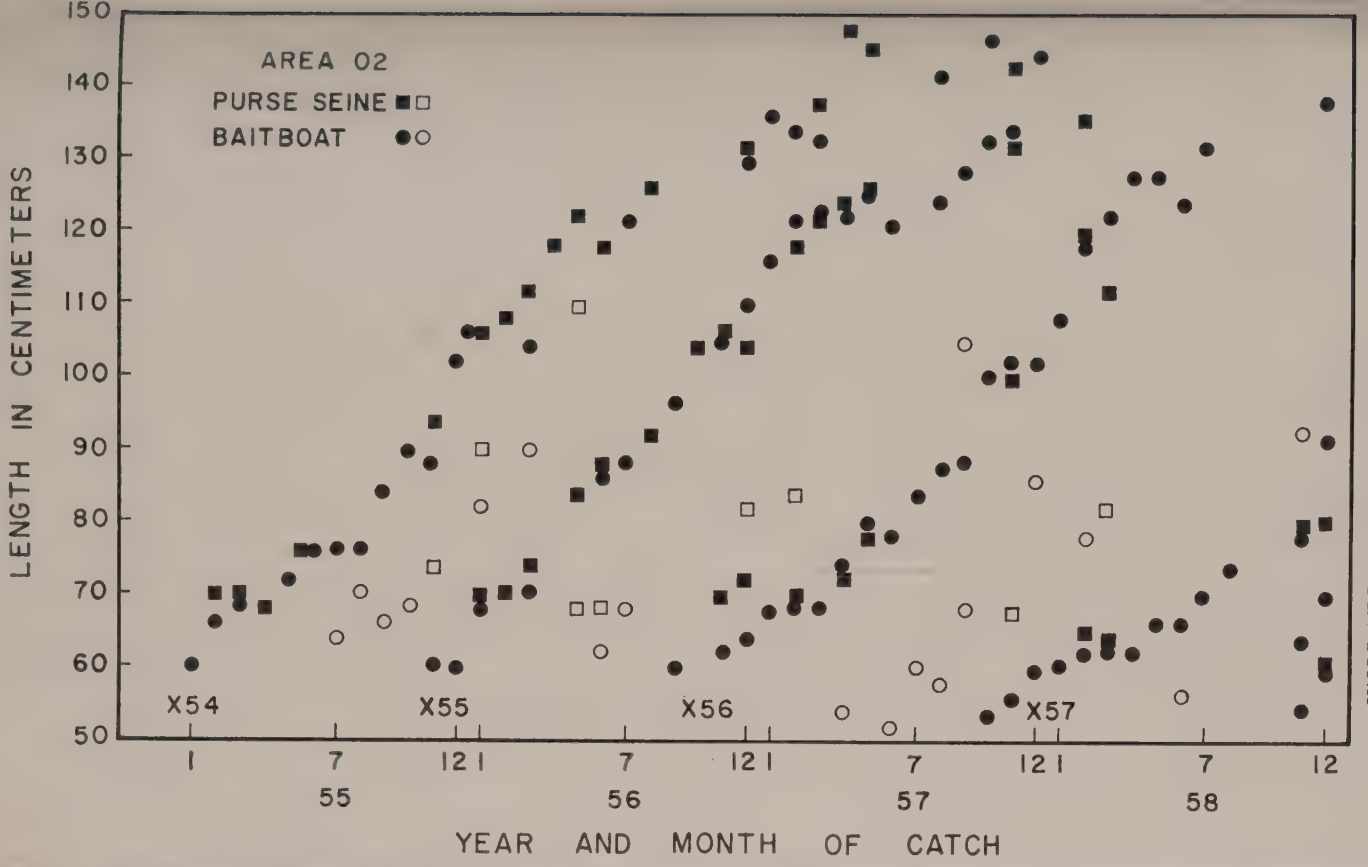

Figure 3. Comparison of modal lengths of size groups in baitboat and purse-seine catches in Area 02. Closed symbols indicate primary size component; open symbols indicate secondary size component.

Figura 3. Comparación de las longitudes modales de los grupos de tamaños de las pescas de los barcos de carnada y rederos en el Area 02. Los símbolos rellenos representan el principal componente de tamaños y los símbolos abiertos el componente secundario de tamaños.

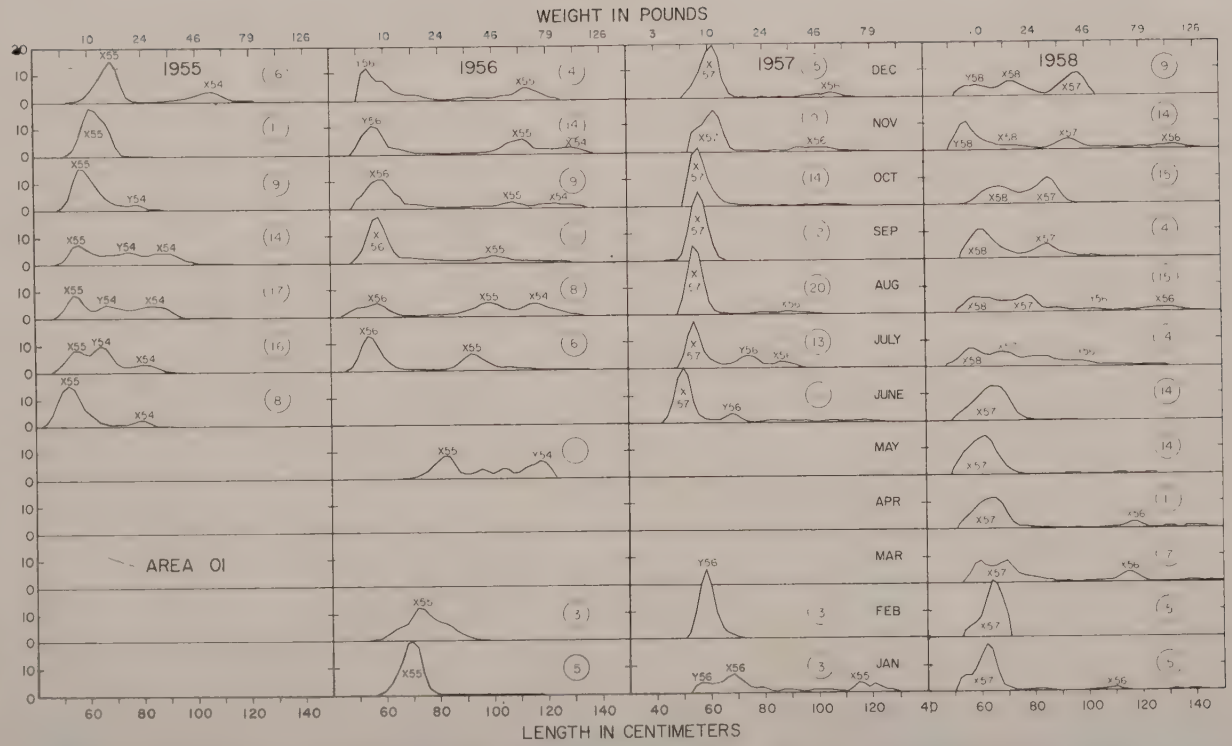

Figure 4. Smoothed length-frequency distributions of monthly catches in Area 01, 1955-58. Numbers of samples are encircled. See text for interpretation.

Figura 4. Distribuciones suavizadas de la frecuencia de las longitudes de las pescas mensuales en el Area 01, 1955-1958. En los círculos se indica el número de muestras usadas. Ver el texto para la interpretación.

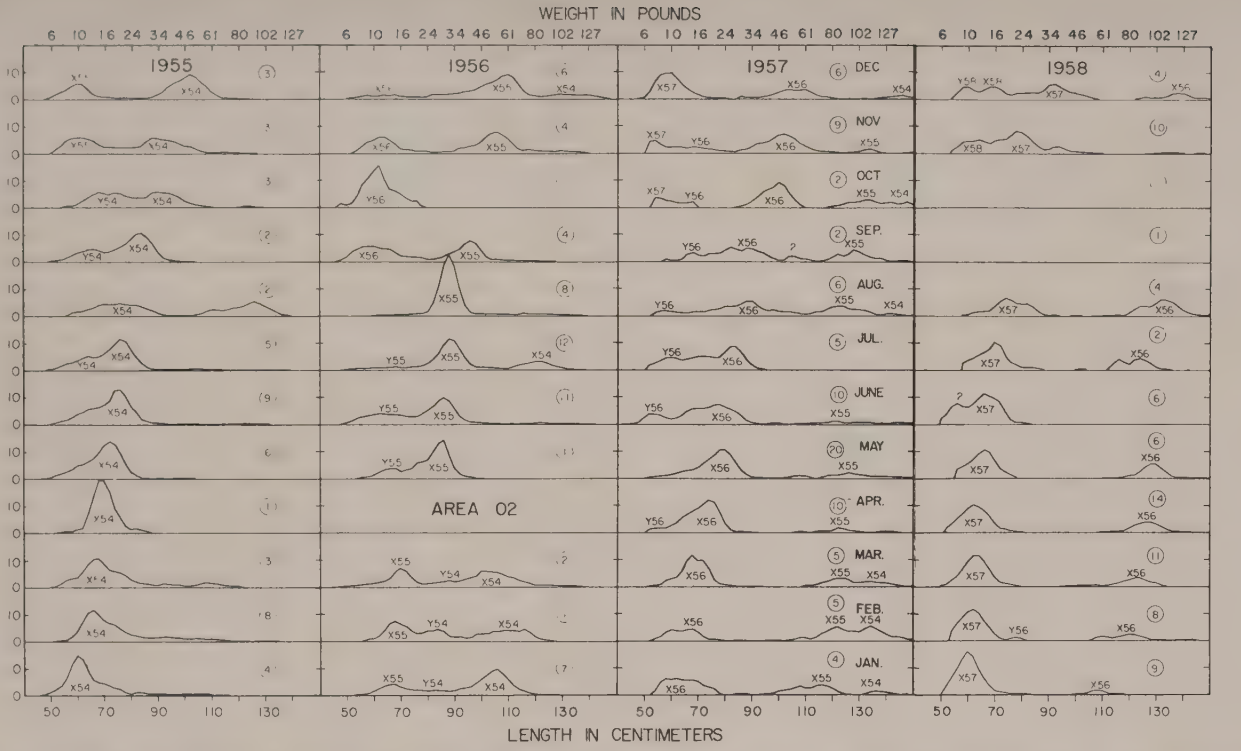

Figure 5. Smoothed length-frequency distributions of monthly catches in Area 02, 1955-58. Numbers of samples are encircled. See text for interpretation.

Figura 5. Distribuciones suavizadas de la frecuencia de las longitudes de las pescas mensuales en el Area 02, 1955-1958. En los círculos se indica el número de muestras usadas. Ver el texto para la interpretacion.

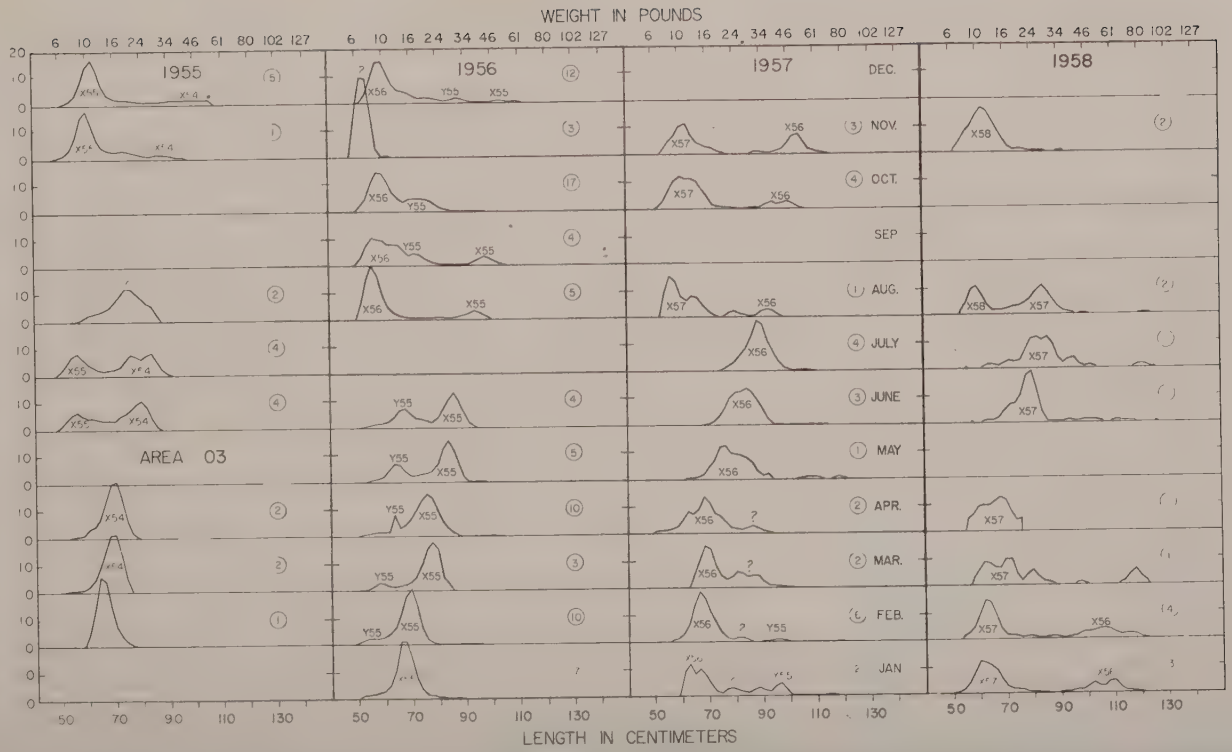

Figure 6. Smoothed length-frequency distributions of monthly catches in Area 03, 1955-58. Numbers of samples are encircled. See text for interpretation.

Figura 6. Distribuciones suavizadas de la frecuencia de las longitudes de las pescas mensuales en el Area 03, 1955-1958. En los círculos se indica el número de muestras usadas. Ver el texto para la interpretacíon.

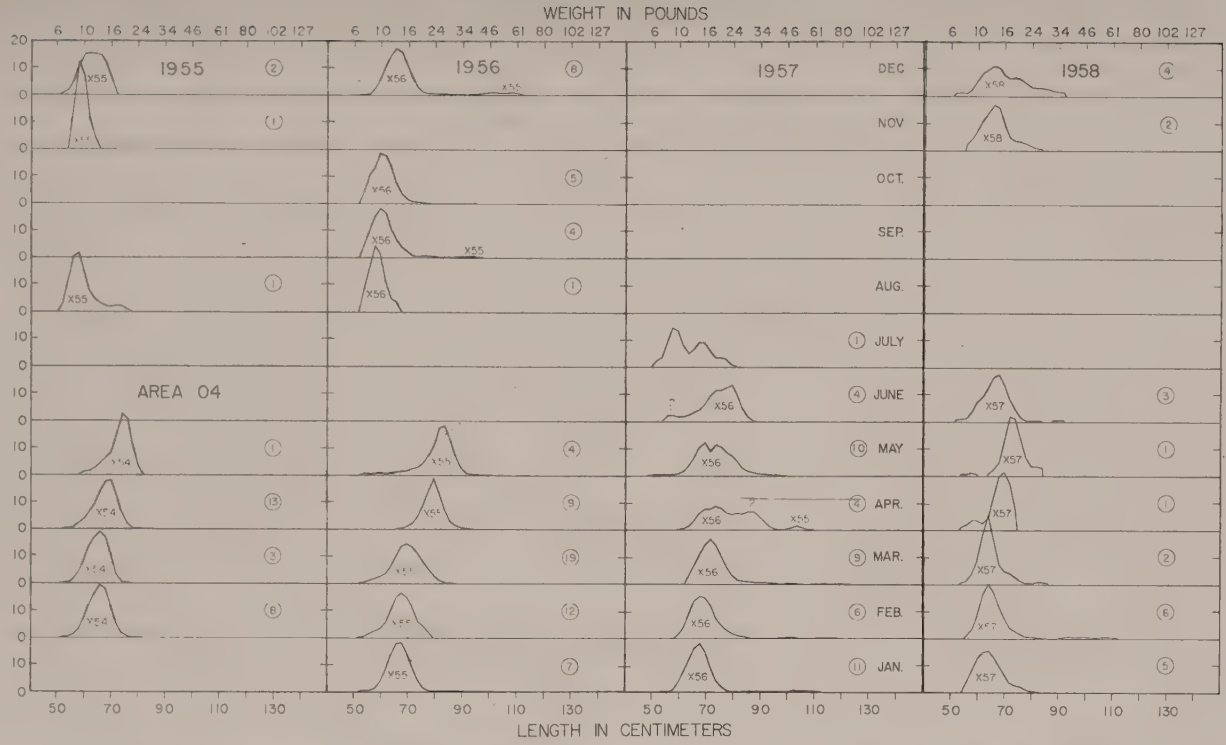

Figure 7. Smoothed length-frequency distributions of monthly catches in Area 04, 1955-58. Numbers of samples are encircled. See text for interpretation.

Figura 7. Distribuciones suavizadas de la frecuencia de las longitudes de las pescas mensuales en el Area 04, 1955-1958. En los círculos se indica el número de muestras usadas. Ver el texto para la interpretacion.

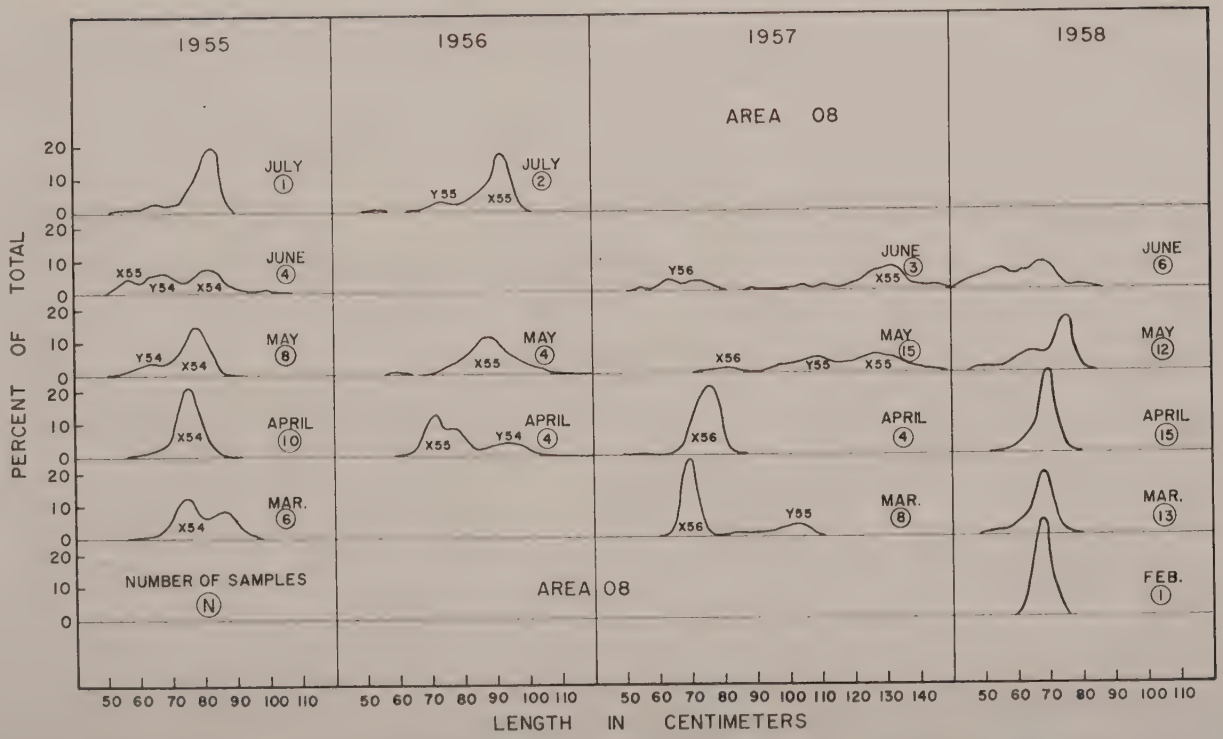

Figure 8. Smoothed length-frequency distributions of monthly catches in Area 08, 1955-58. Numbers of samples are encircled. See text for interpretation.

Figura 8. Distribuciones suavizadas de la frecuencia de las longitudes de las pescas mensuales en el Area 08, 1955-1958. En los círculos se indica el número de muestras usadas. Ver el texto para la interpretación.

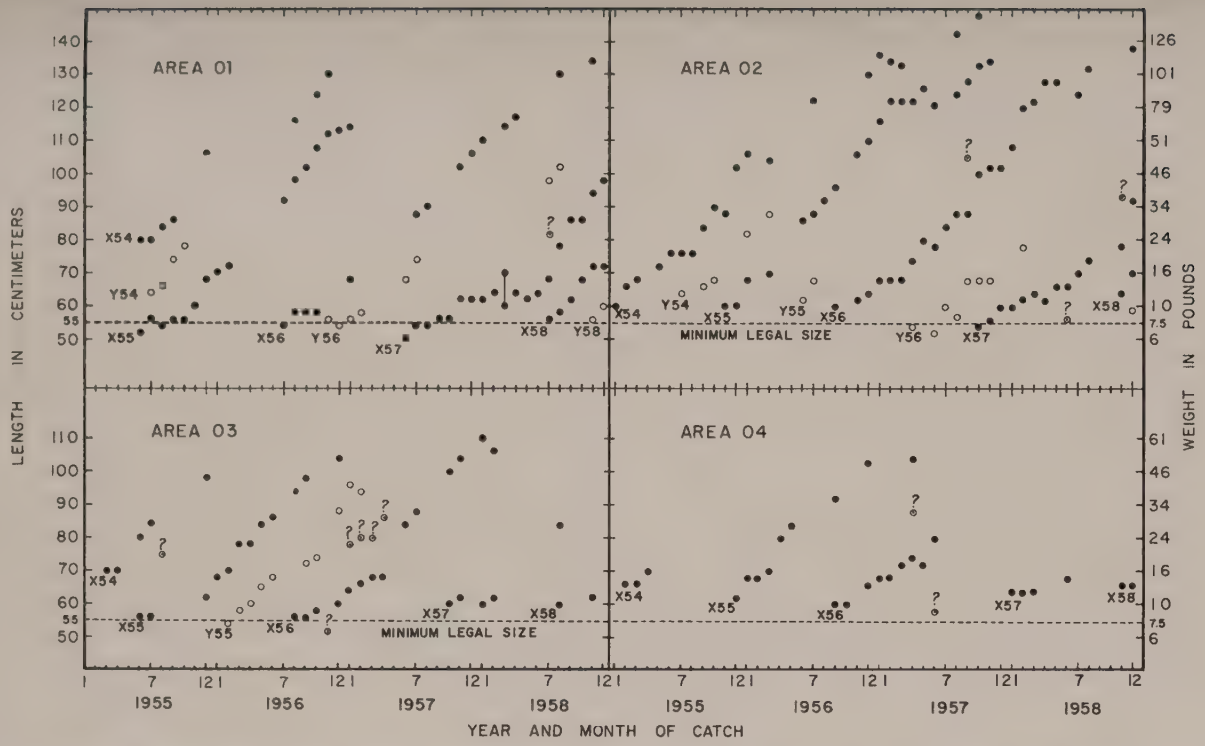

Figure 9. Modal lengths of size groups plotted against month and year of catch in Areas 01-04, Northern Region. Closed circles indicate age groups of successive year classes forming primary (X) size component; open circles indicate size groups of secondary (Y) size component; question marks indicate superfluous size groups.

Figura 9. Longitudes modales de los grupos de tamaños graficadas contra el mes y año de pesca en las Areas 01-04, Región Norte. Los círculos rellenos indican los grupos de edades de las sucesivas clases anuales que forman el componente principal de tamaños (X); los círculos abiertos indican los grupos de tamaños del componente secundario (Y); los signos de interrogación indican grupos superfluos de tamaños.

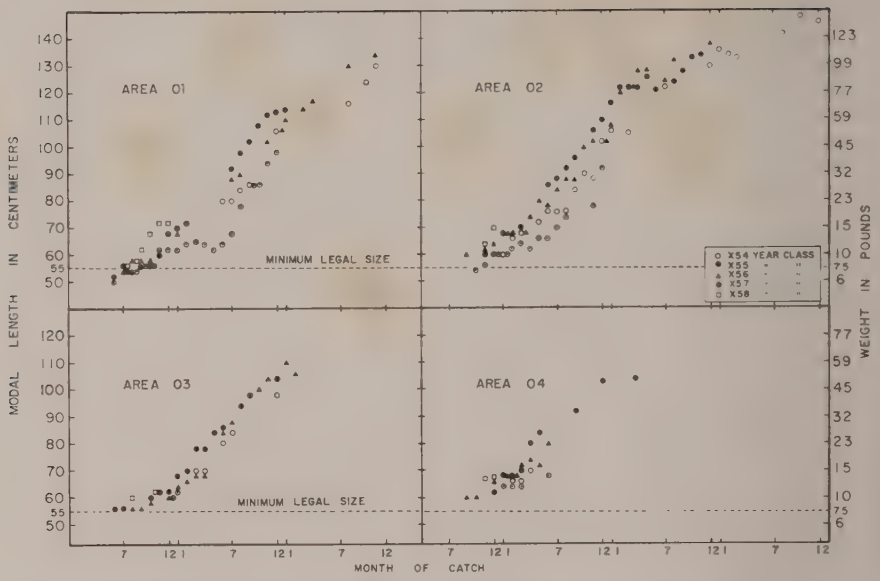

Figure 10. Comparison of modal lengths of corresponding age groups in successive year classes X54-X58 within Areas 01 through 04, Northern Region.

Figura 10. Comparación de las longitudes modales de los grupos de edades de las sucesivas clases anuales X54-X58 dentro de las Areas 01 a 04, Región Norte.

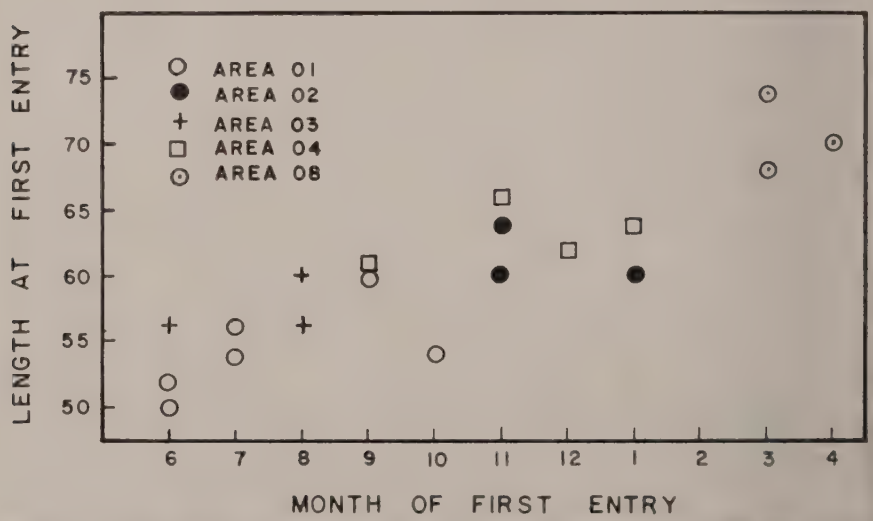

Figure 11. Modal length at initial occurrence of age groups in year classes X54-X58, plotted against month of catch, Areas 01 through 04, and 08, Northern Region.

Figura 11. Longitud modal a la primera aparición de los grupos de edades en las clases anuales X54-X58 graficada contra el mes de captura, Areas 01 a 04 y Area 08, Región Norte.

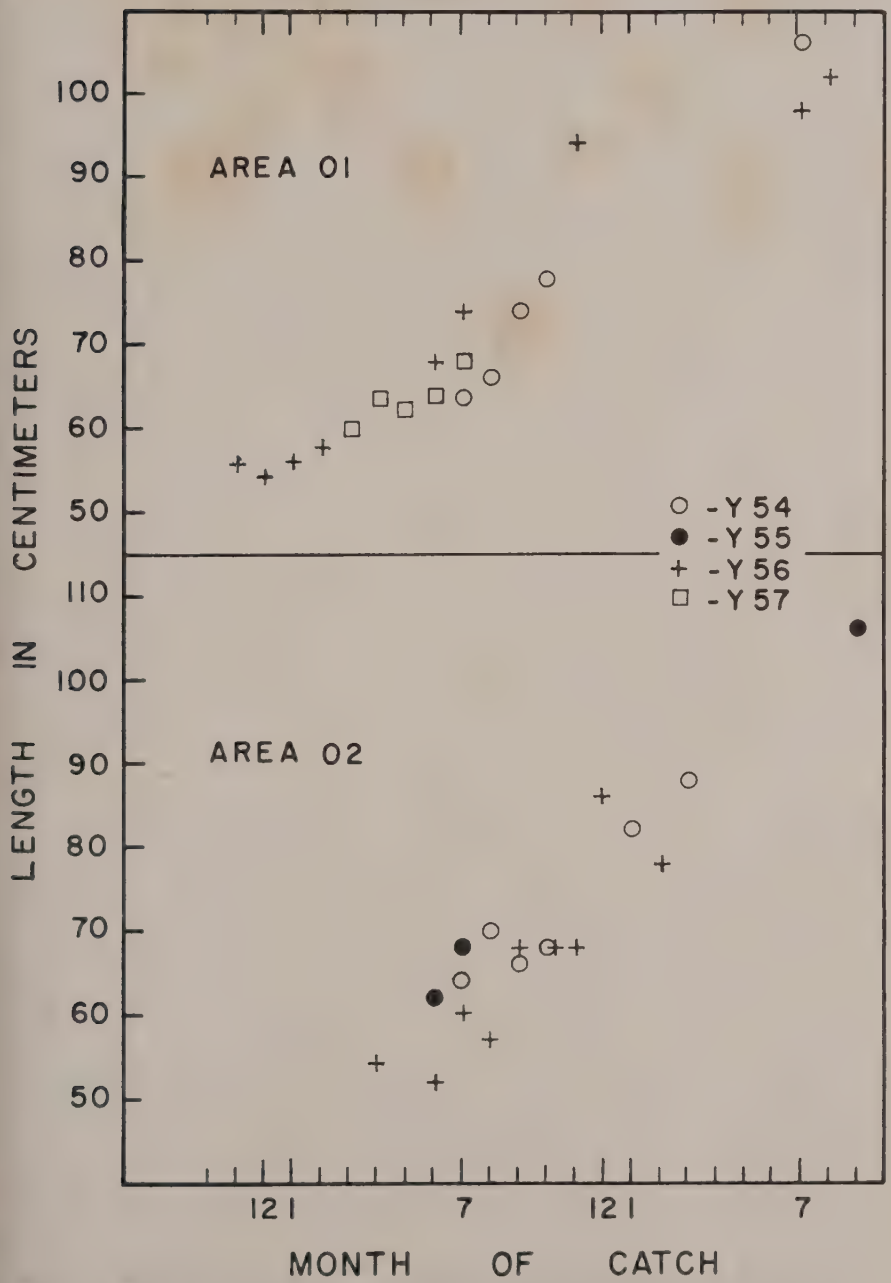

Figure 12. Modal lengths of size groups of secondary (Y) size component in Areas 01 and 02 plotted against month of catch; series in successive years have been superposed on a common time scale.

Figura 12. Longitudes modales de los grupos de tamaños del segundo componente de tamaños en las Áreas 01 y 02 graficadas contra el mes de captura; las series en los años sucesivos han sido superpuestas en una escala común de tiempo.

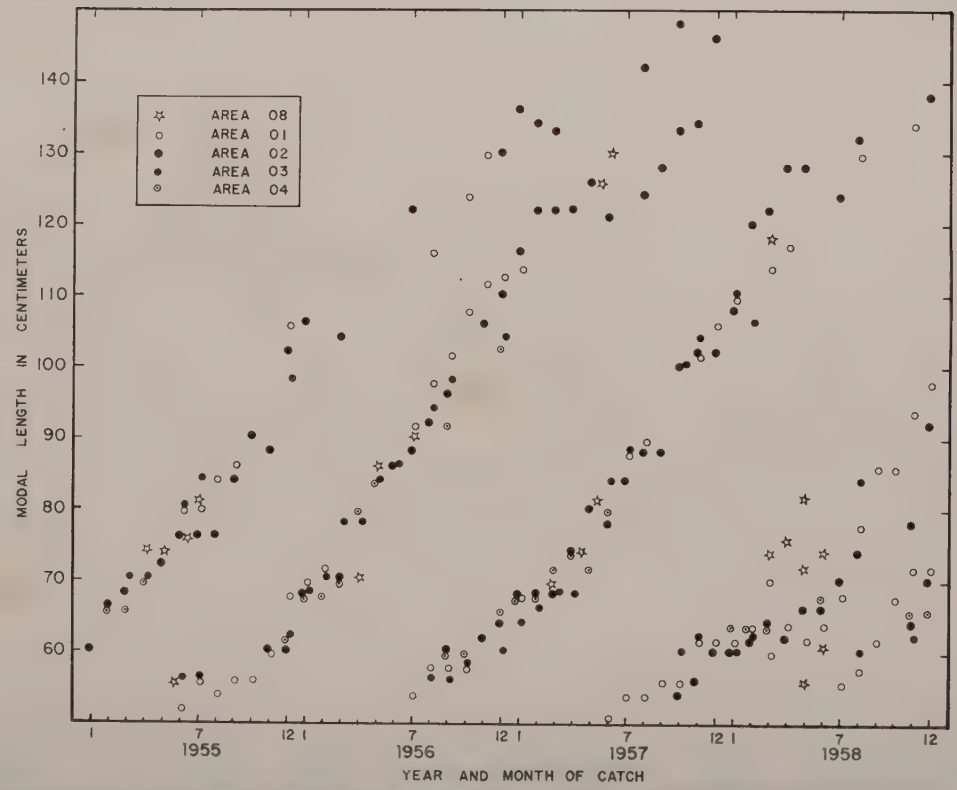

Figure 13. Comparison of modal lengths of age groups in same year classes X54-X58 among Areas 01-04, and 08. Non-corresponding size groups in 1958 catch in Area 08 are also illustrated (see text).

Figura 13. Comparación de las longitudes modales de los grupos de edades en las mismas clases anuales X54-X58 entre las Area 01-04 y 08. Los grupos de tamaños no similares en la pesca de 1958, Área 08, aparecen también en la ilustración (ver el texto).

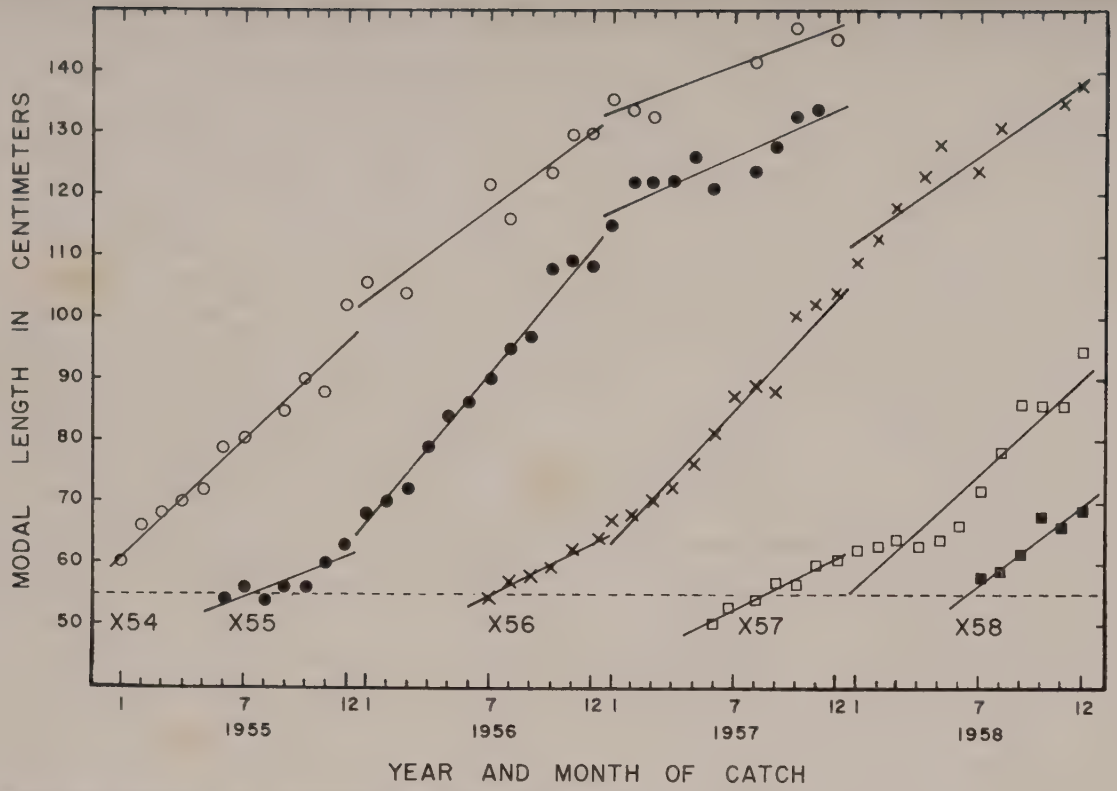

Figure 14. Average modal lengths of age groups in year classes X54-X58 in Areas 01-04, and 08, Northern Region. Straight lines were fitted to points within calendar year.

Figura 14. Longitudes modales promedio de los grupos de edades en las clases anuales X54-X58 en las Areas 01-04 y 08, Región Norte. Las líneas rectas se ajustaron a los puntos dentro del año calendario.

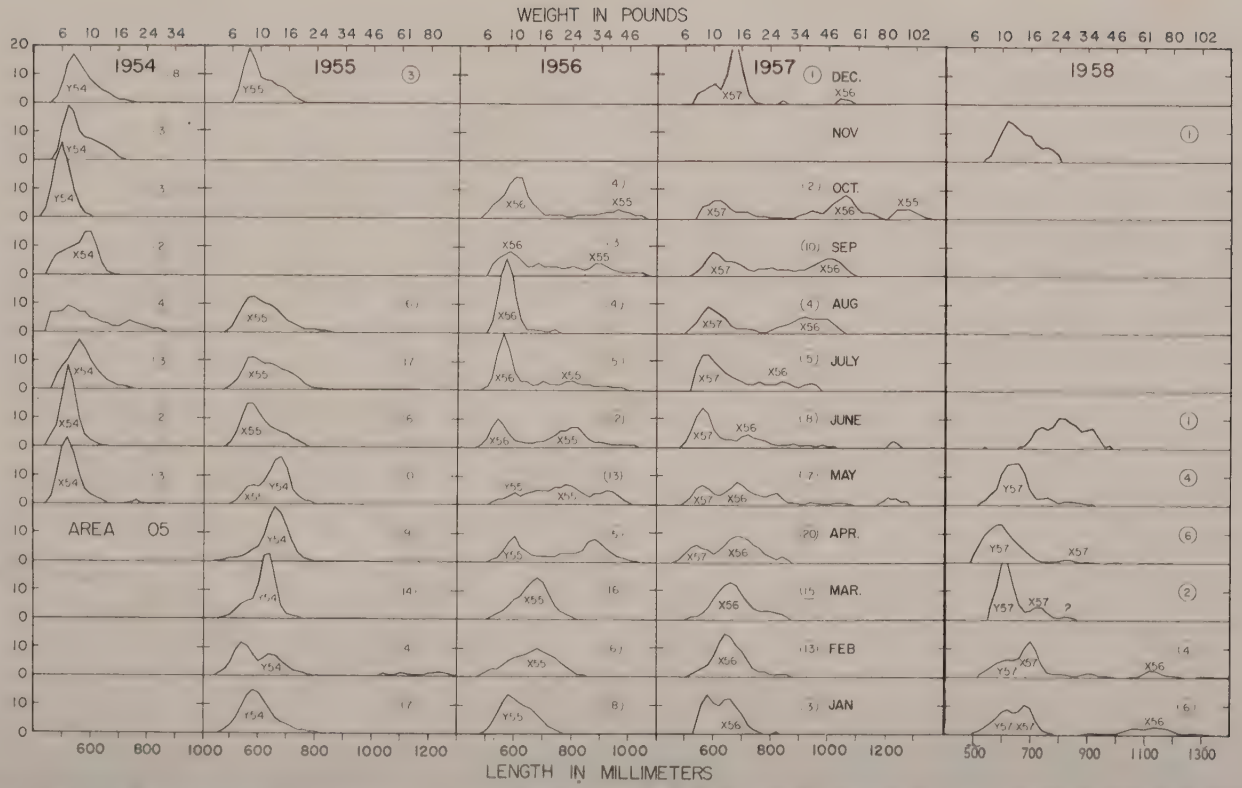

Figure 15. Smoothed length-frequency distributions of monthly catches in Area 05, Central Region, 1954 through 1958. Numbers of samples are encircled. See text for interpretation.

Figura 15. Distribuciones suavizadas de la frecuencia de las longitudes de las pescas mensuales en el Area 05, Región Central, 1954-1958. En los círculos se indica el número de muestras usadas. Ver el texto para la interpretación.

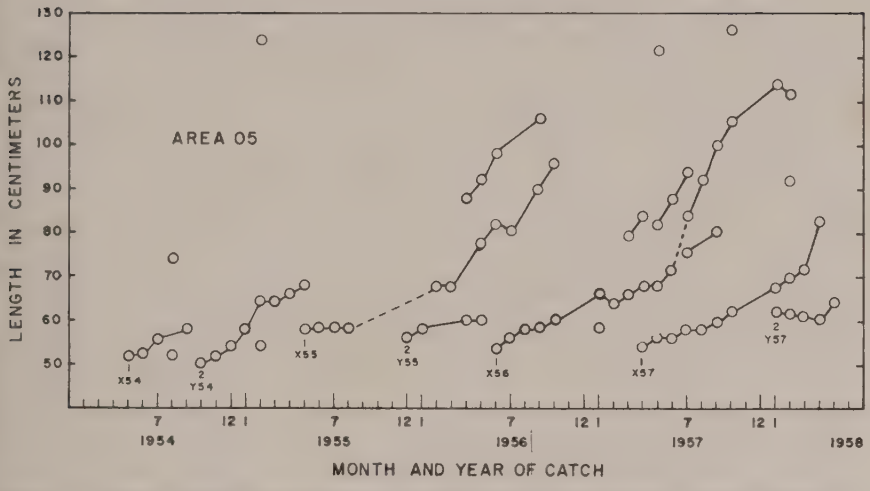

Figure 16. Modal lengths of size groups in Area 05 plotted against month of catch. See text for interpretation.

Figura 16. Longitudes modales de los grupos de tamaños en el Area 05 graficadas contra el mes de captura. Ver el texto para la interpretación.

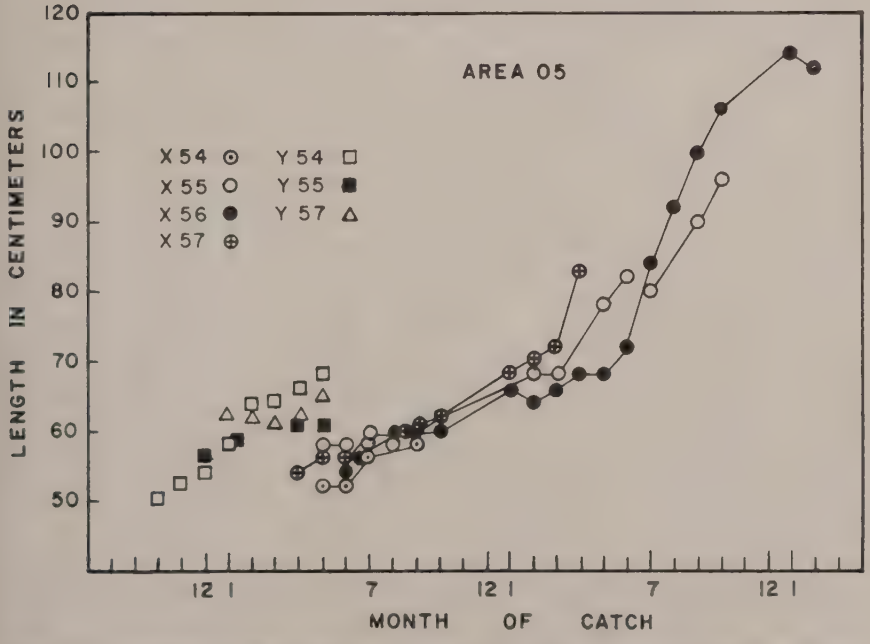

Figure 17. Comparison of modal lengths of corresponding age groups in successive year classes in Area 05, Central Region.

Figura 17. Comparación de las longitudes modales de los grupos similares de edades en sucesivas clases anuales en el Area 05, Región Central.

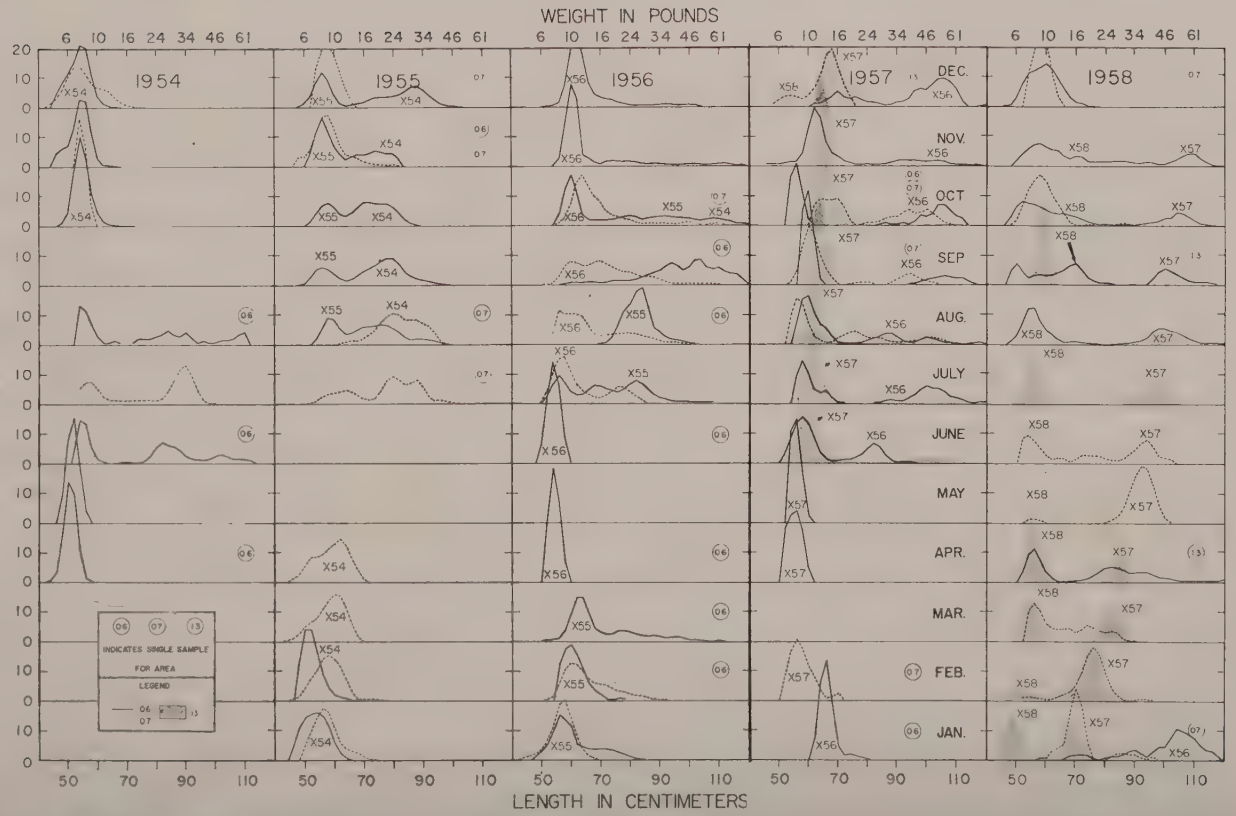

Figure 18. Smoothed length-frequency distributions of monthly catches in Areas 06, 07, and 13, Southern Region, 1954 through 1958. See text for interpretation.

Figura 18. Distribuciones suavizadas de la frecuencia de las longitudes de las pescas mensuales en las Areas 06, 07 y 13, Región Sur, 1954-1958. Ver el texto para la interpretación.

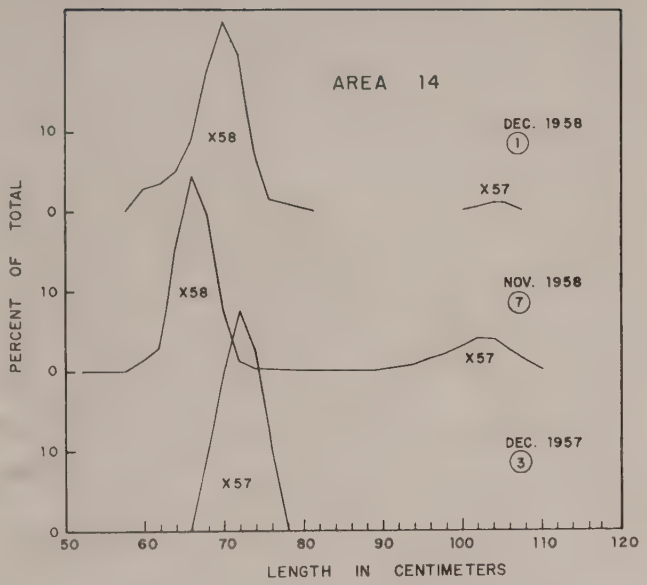

Figure 19. Smoothed length-frequency distributions of catch in December 1957, and November-December 1958, Area 14, Southern Region. Numbers of samples are encircled.

Figura 19. Distribuciones suavizadas de la frecuencia de las longitudes de la pesca en diciembre de 1957 y en noviembre-diciembre de 1958, Area 14, Región Sur. En los círculos se indica el número de muestras usadas.

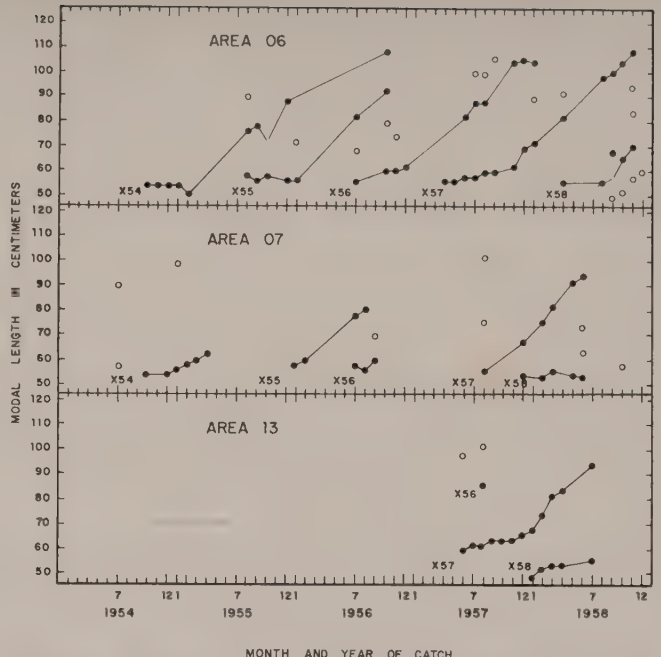

Figure 20. Modal lengths of size groups plotted against month of catch in Areas 06, 07, and 13, Southern Region. Lines connect size groups which are presumed to be age groups of individual year classes. Open circles represent modal lengths of spurious size groups.

Figura 20. Longitudes modales de los grupos de tamaños graficadas contra el mes de captura en las Areas 06, 07 y 13, Región Sur. Los grupos de tamaños que se presume sean grupos de edades de clases anuales individuales están conectados por líneas. Los círculos abiertos representan longitudes modales de grupos espúreos de tamaños.

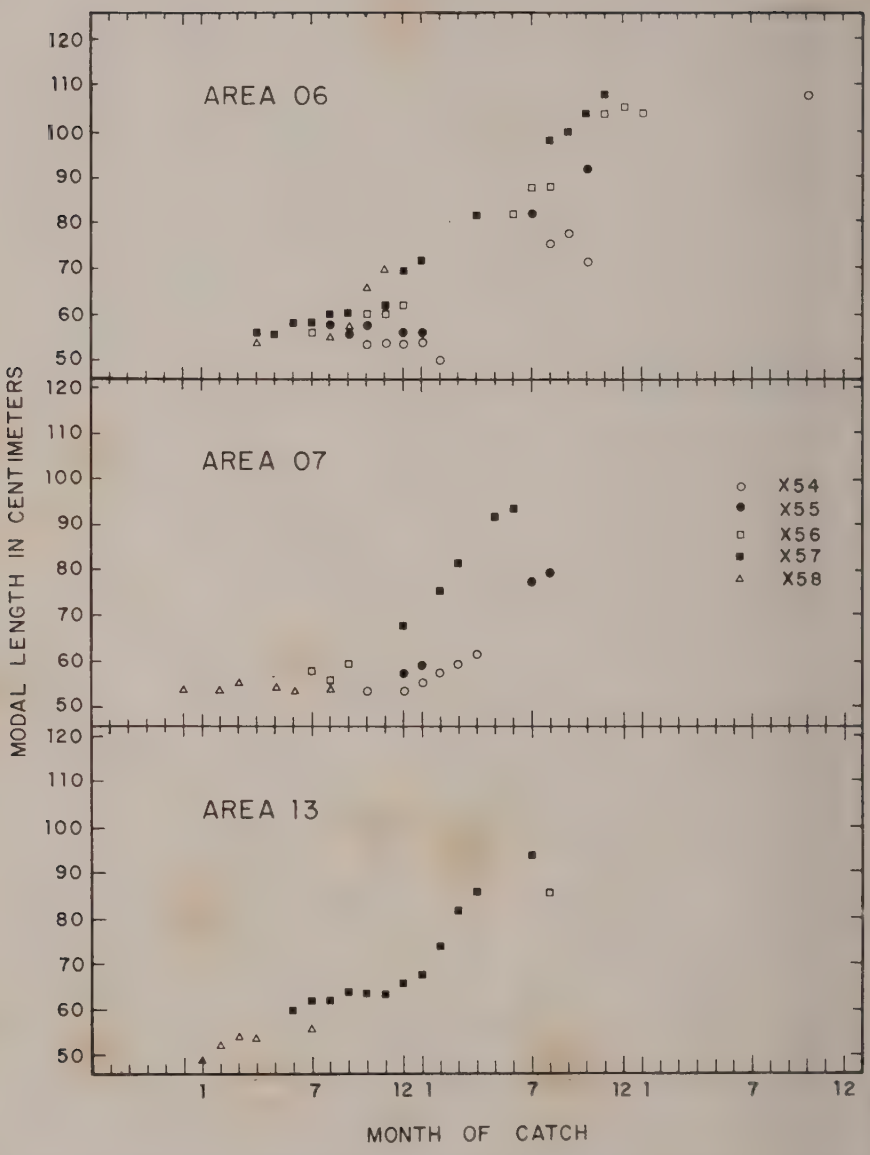

Figure 21. Comparison of modal lengths of corresponding age groups of successive year classes X54-X58 within Areas 06, 07 and 13, Southern Region.

Figura 21. Comparación de las longitudes modales de los grupos similares de edades de las sucesivas clases anuales X54-X58 dentro de las Areas 06, 07 y 13, Región Sur.

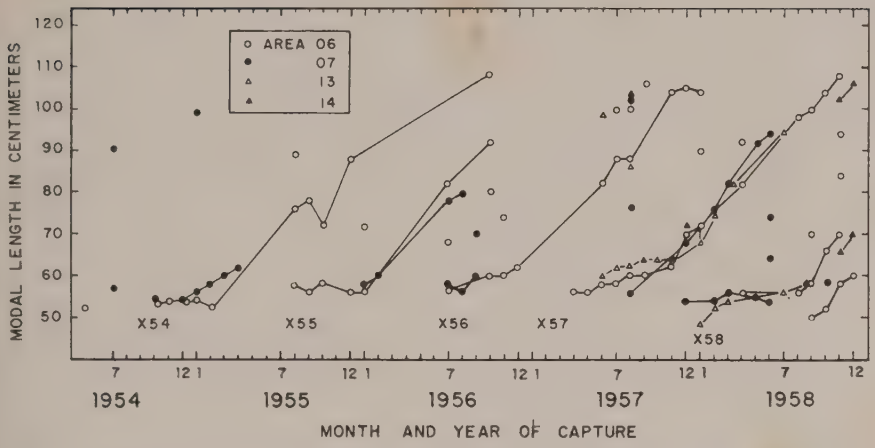

Figure 22. Comparison of modal lengths of size groups in monthly catches in Areas 06, 07, 13 and 14, Southern Region. Connected points represent age groups of successive year classes X54-X58.

Figura 22. Comparación de las longitudes modales de los grupos de tamaños en las pescas mensuales en las Areas 06, 07, 13 y 14, Región Sur. Los puntos conectados representan los grupos de edades de las sucesivas clases anuales X54-X58.

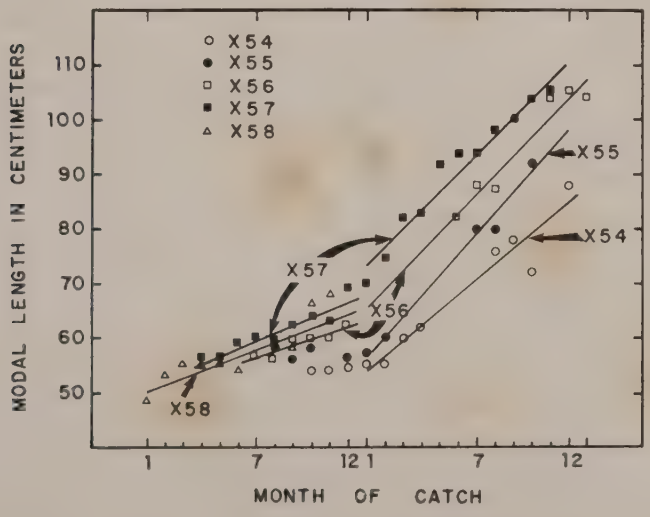

Figure 23. Average modal lengths of age groups of year classes X54-X58 in Areas 06, 07, 13 and 14, Southern Region. Lines were fitted within calendar years.

Figura 23. Longitudes modales promedio de los grupos de edades de las clases anuales X54-X58 en las Areas 06, 07, 13 y 14, Región Sur. Las líneas fueron ajustadas dentro de cada año calendario.

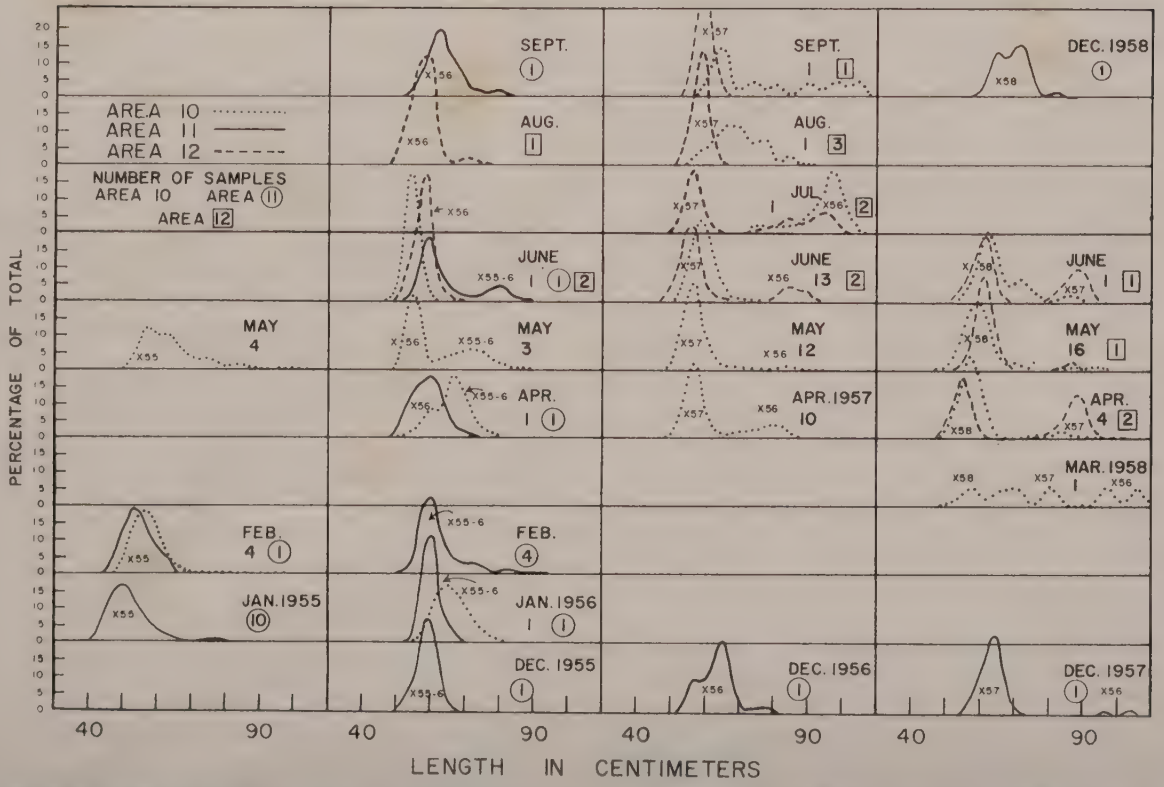

Figure 24. Smoothed length-frequency distributions of monthly catches in Areas 10, 11 and 12, Intermediate Region, 1955 through 1958. Numbers of samples are listed under month. See text for interpretation.

Figura 24. Distribuciones suavizadas de la frecuencia de las longitudes de las pescas mensuales en las Areas 10, 11 y 12, Región Intermedia, 1955-1958. El número de muestras aparece debajo de los meses. Ver el texto para la interpretación.

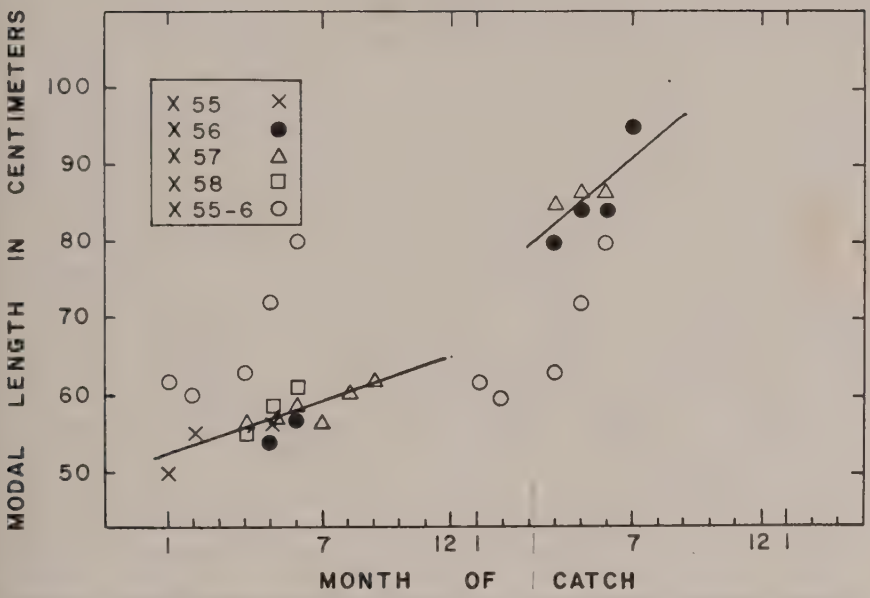

Figure 25. Average modal lengths of age groups of year classes X55-X58, and modal lengths of size groups of displaced series X55-6 (open circles) plotted against month of catch. Lines were fitted to modal lengths of age groups of year classes X55-X58 within calendar years.

Figura 25. Longitudes modales promedio de los grupos de edades de las clases anuales X55-X58 y longitudes modales de los grupos de tamaños de las series desplazadas X55-6 (círculos abiertos) graficadas contra el mes de captura. Las líneas se ajustaron a las longitudes modales de los grupos de edades de las clases anuales X55-X58 dentro de cada año calendario.

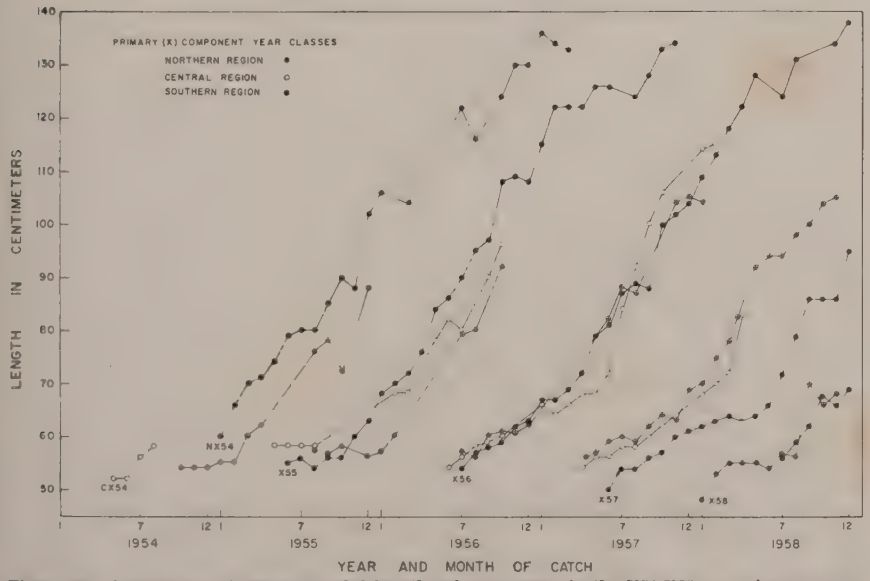

Figure 26. Comparison of average modal lengths of age groups in the X54-X58 year classes among the Northern, Central and Southern Regions.

Figura 26. Comparación de las longitudes modales promedio de los grupos de edades en las clases anuales X54-X58 entre las Regiones Norte, Central y Sur.

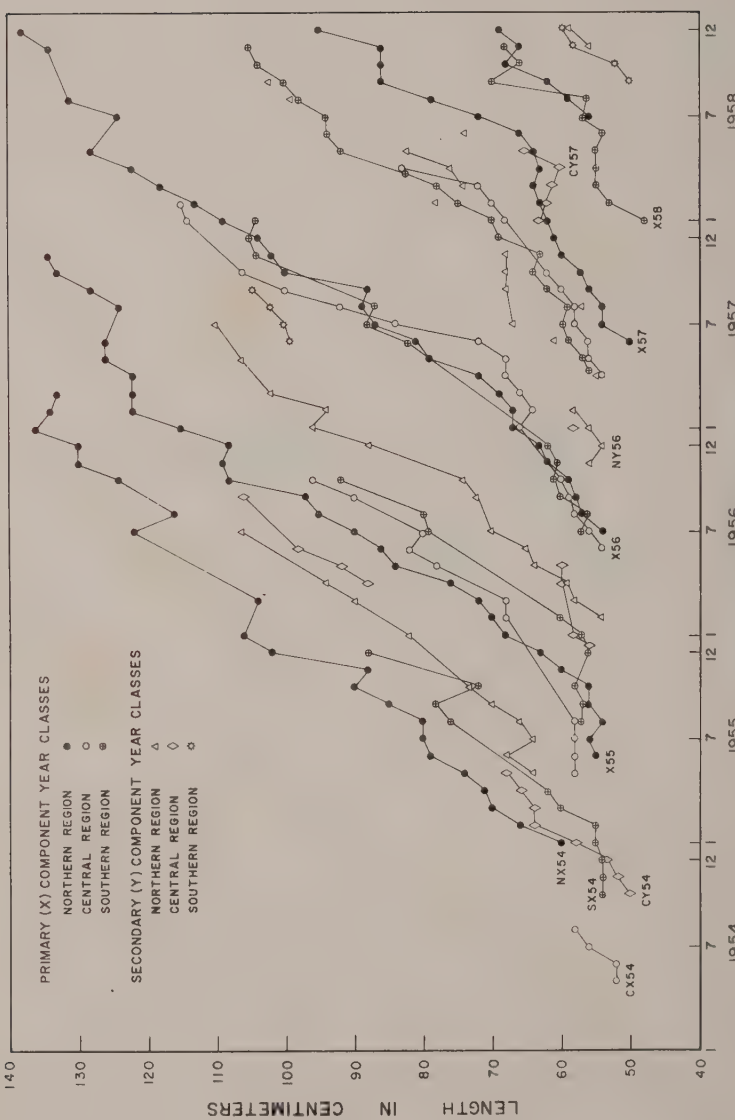

Figure 27. Same data as in Figure 26 but including secondary size component (Y) of Northern and Central Regions.

Figura 27. Los mismos datos de la Figura 26 con la inclusión del componente secundario de tamaños (Y) de las Regiones Norte y Central.

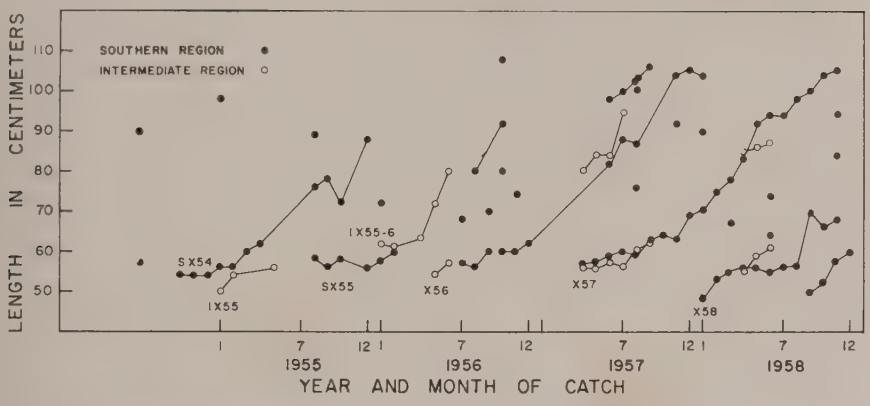

Figure 28. Comparison of average modal lengths of size groups in the catch in Intermediate and Southern Regions.

Figura 28. Comparación de las longitudes promedio mensuales de los grupos de tamaños en la pesca en las Regiones Intermedia y Sur.

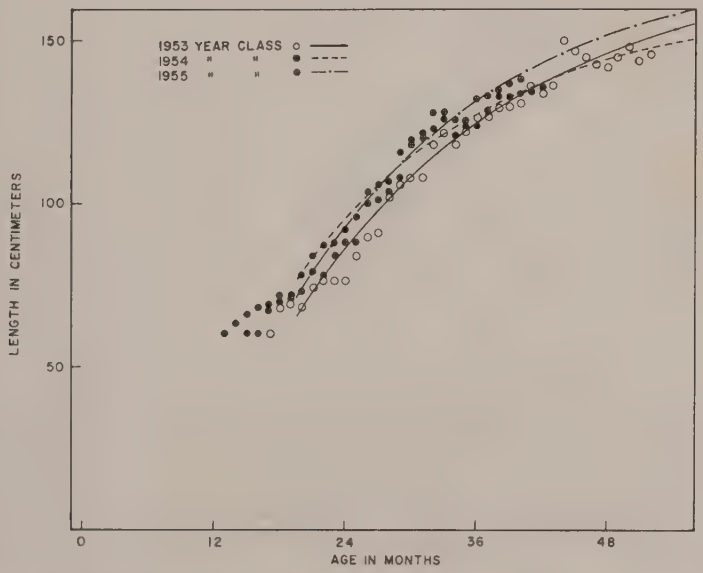

Figure 29. Modal lengths of age groups of 1953, 1954 and 1955 year classes in the catch of Area 02, plotted against estimated age in months; Bertalanffy growth curves were fitted to each year class.

Figura 29. Longitudes modales de los grupos de edades de las clases anuales 1953, 1954 y 1955 en la pesca del Area 02 graficadas contra la edad estimada en meses; las curvas de crecimiento de Bertalanffy se ajustaron a cada clase anual.

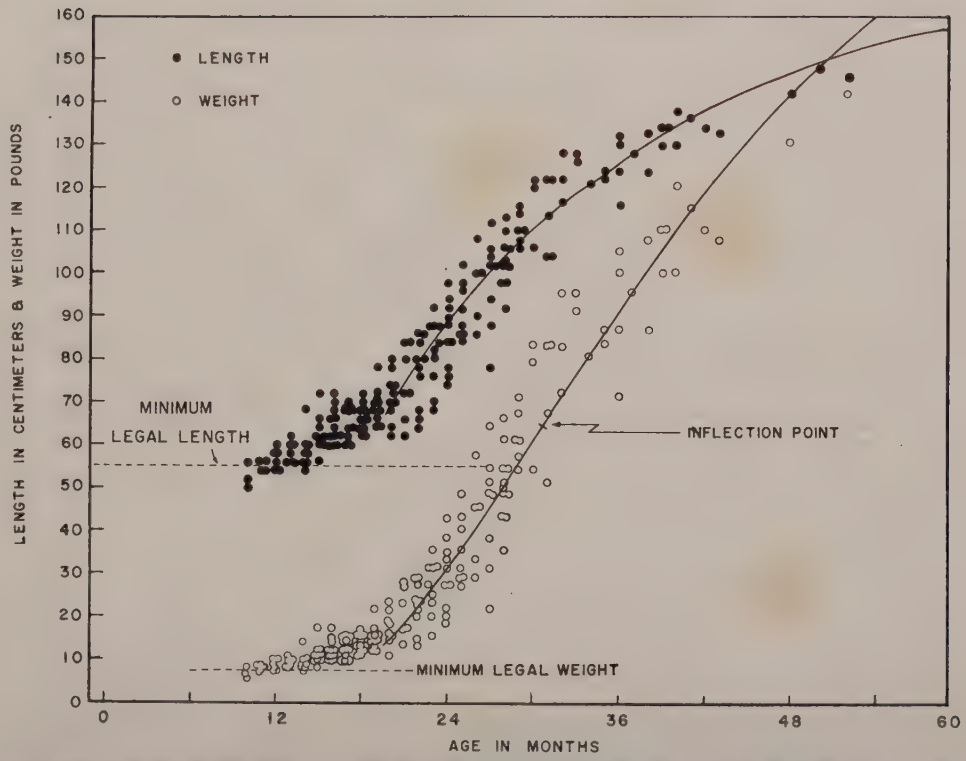

Figure 30. Modal lengths (closed circles) and corresponding weights (open circles) of age groups of year classes 1953 through 1957 in all northern areas. Length curve is average of three in preceding figure; weight curve was calculated from length curve (see text).

Figura 30. Longitudes modales (círculos rellenos) y los pesos similares (círculos abiertos) de los grupos de edades de las clases anuales 1953-1957 en todas las áreas septentrionales. La curva de la longitud es la curva promedio de las tres que aparecen en la Figura 29; la curva del peso se calculó por la curva de la longitud (ver el texto).

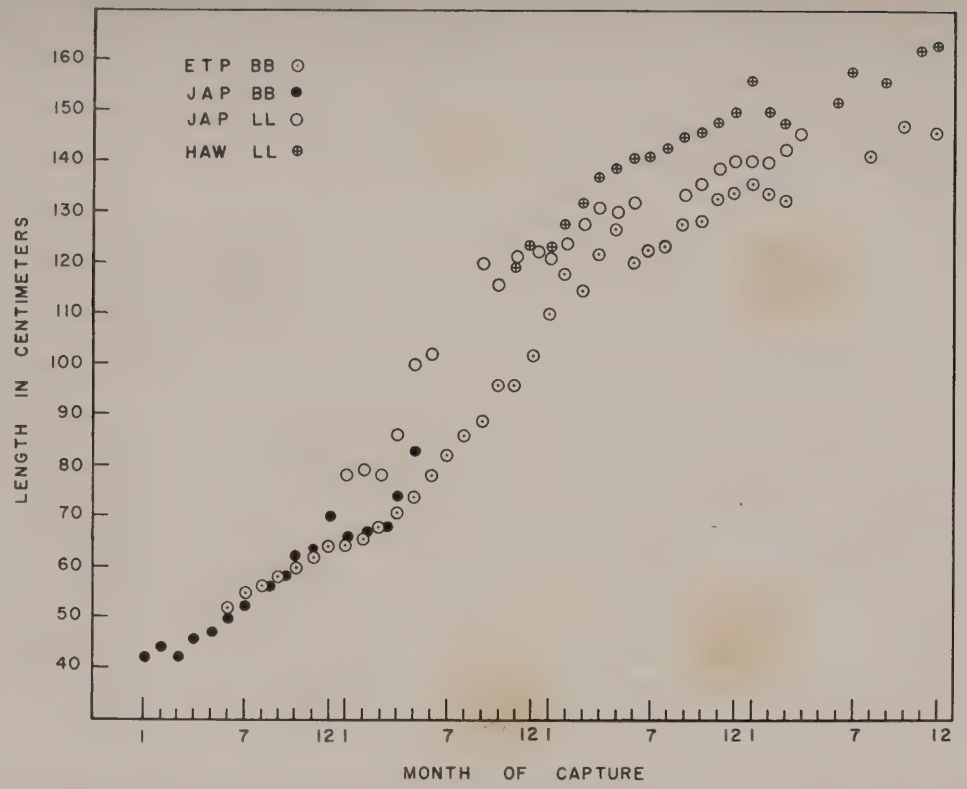

Figure 31. Comparison of growth in Northern Region, Eastern Pacific; Hawaiian Region, Central Pacific; and Japanese home waters, Western Pacific.

Figura 31. Comparación del crecimiento en la Región Norte del Pacífico Oriental, en la Región de Hawai en el Pacífico Central y en las aguas japonesas locales en el Pacífico Occidental.

Table 1. Length frequencies of monthly yellowfin tuna catches by type of gear and area of catch for the years 1954-1958; n = numbers of fish, d = numbers of samples.

Tabla 1. Frecuencias de las longitudes de las pescas mensuales de atún aleta amarilla, por área y sistema de captura, para los años 1954-1958; n = número de peces, d = número de muestras.

YEAR-ANO	1954												1954															
AREA-AREA	01					02				03		04	05								06							07
MONTH-MES	06	07	08	09	10	06	10	11	12	11	12	05	05	06	07	08	09	10	11	12	04	05	06	08	10	11	12	07
GEAR-EQUIPO	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB
400-19				1																								
420	2			3		1							1					1			1							
440	6	4		35		1						1		1		9	1	2		1					8	4		
460	20	6		90				2					1	5	7	33	4	30		1	3	1			5	36	36	
480	24	9	1	84	9	1	1	10	5			1	7	6	15	27	10	76	5	10	11	2			8	52	85	
500	23	13	1	76	9	3		29	15	2			20	13	35	15	10	91	44	49	59	20			9	41	116	
520	9	13		30	8	4	3	48	30	5	2	1	21	37	21	39	9	56	82	150	44	35	2	4	95	68	110	4
540	8	5	2	19	7	1	6	39	44	12	7	1	15	20	47	26	13	29	63	156	4	6	36	5	273	201	229	8
560	1	4	2	8	5	4	14	17	35	22	11	4	8	8	65	26	11	10	27	118	1	2	27	5	132	191	217	15
580		6	1	2	8	4	10	20	16	13	31	7	3	3	48	23	21	4	31	99		1	4	2	62	64	88	12
600		3	1	1	10	3	17	19	9	12	23	5	2	2	33	22	18	1	25	94			3	1	25	12	20	11
620		2	2	2	10	1	10	9	3	6	13	10	2		24	11	12	2	26	69			1		9	3	13	2
640		4	2	1	1	1	9	10	5	2	3	9		1	15	19	4		17	50					3	5	2	3
660		11			2		11	9	3		5	17			8	13	1		18	47				1	1	4	2	2
680		10	1	1	3	1	3	4				13	1	1	7	6			9	25			1		2			2
700		12	3				8	4	1	1	4	24			4	6			1	14			1		1			2
720		1	6	1	5	1	4	3			2	20			1	13	1		1	5			1		1			2
740		4	5	2	7	1	8	2		2	4	12			3	15			1	6				1		1		2
760		4	3	1	4		7			2	1		1			9				5			2	1	1			3
780		6	4		3		8	2		1	2					11				2			3		1			3
800			4		8		6	2		3	3				1	8				4	1		10	2				1
820			1	1	15		4	1		2	1					3				6			16					3
840					23		2	1		2						4				4			7	3				7
860					13		1			8	1									4			13	1	2	1	1	14
880					9		1	4		5			1			2				7			7					20
900					1		1	2	1	4										3			3	3	2			26
920					1			6	3	3										5			4		1	1		16
940								4												5			1		2	2		8
960							1	5		2										11	1		3	1	1			
980								9	3	1										6	1		1			1		1
1000								6												5			6			2	1	
1020								8	2											1			5	1		3		
1040																				1			5			2	1	
1060					1															1			1	1				
1080																				1			4	1		1		
1100								1												2			2	2		1	1	
1120								1															2	1		3		1
1140								1												1			1			7		
1160								1												1						7		
1180																				2						5		

TABLE 1, Continued

| YEAR-ANO | 1954 | | |

TABLE 1, Continued

YEAR-ANO	1954							1955																							
AREA-AREA	07						01	02																						03	
MONTH-MES	10	12	06	07	07	08	08	09	10	11	12	01	02	02	03	03	04	04	05	05	06	07	08	09	10	11	11	12	02	03
GEAR-EQUIPO	BB	BB	BB	BB	PS	BB	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB	PS	BB	PS	BB	PS	BB	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB	PS	BB	BB	BB
900		1	1	1	8	60		117	8		15	3	12	11	3	3		5	2	12	2	3	4	20	43	33	56	6		
920		3		2		41		87	5		24	4	18	6	8			5		10	1	3	1	8	34	28	76	15		
940		4		1	1	13		68	5		27	3	18	9	5	2		10		4	1	2		6	36	33	112	24		
960	1	7	1			3		38	2		33	2	12	3	5	3		8	2	7	2		1	4	35	25	115	35		
980		3				4		27	1		49	3	10	4	5	4		4		4		2			22	22	71	37		
1000		8				3		10			53	3	5	7	3	3		3	1	6		7	1		17	15	62	41		
1020		2			1	2		4	1		83	1	11	2	5			3	1	2	2				12	15	27	60		
1040						1					100	3	9	9	3	6		8		2	1	6	1	1	6	12	12	46		
1060		1				1		1			91	4	11	7	6	1		5		6		2	1		4	2	5	36		
1080						3			1		96	2	8	3	12	2		10		2		1	10	1	4	1	1	33		
1100						3			1		49	2	9	4	6	2		12		4	2	6	9		4			12		
1120						1					21		6	2	10	2		11		4		4	9		4		2	8		
1140						1		1			16	1	7	1	2			19		4		1	9		2	3	4	1		
1160						1					8		1	1	5		1	17		1	1	2	6		2	1		3		
1180											9				1			11		1		2	18		2		1	1		
1200									1		7		1		1			7					7		1					
1220											6							6			3	1	18		1	1	1	2		
1240											3		1					3		2	1		17		3	1				
1260											1		1							1			24		2					
1280																					1		19	1			1	1		
1300											1							1			1	2	14		1					
1320											2		1					1	1			1	10		1	1				
1340													2					2					8							
1360												1										1	1							
1380													1		1			1					2							
1400													2					3					1							
1420																		4				1	1							
1440																		6					1							
1460																		2				1								
1480													1										1							
1500																		1												
1520																														
1540																						3	1							
1560																														
1580																		1												
1600																														
n	115	769	1071	2328	150	2209	473	2525	1728	2005	2596	511	910	303	547	211	180	593	848	1023	1110	727	419	630	662	611	687	574	150	367
d	2	6	8	16	1	17	3	14	9	11	16	4	8	2	3	2	1	9	6	6	9	5	2	2	3	3	3	3	1	2

TABLE 1, Continued

YEAR-ANO	1955																														
AREA-AREA	03						04							05									06								
MONTH-MES	04	06	07	08	11	12	02	03	04	05	08	11	12	01	02	02	03	04	05	06	07	08	12	01	01	02	05	06	08	09
GEAR-EQUIPO	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	PS	BB	PS	PS	BB	BB
400-19															1															
420																														
440							1							1	1		1				1			2	1					2
460					1		1	1						3	4		4	1		1				12	2	2				1
480		1	1					2			1			18	5		9	6	2	3	1	1		42	35	24				2
500	2	3	10		1	1	2	1	8				2	51	15	3	21	9	4	19	12	9	3	44	45	56				7
520		28	24	1	4	5	3		19		2		2	107	35	6	57	18	19	112	62	55	10	51	23	58		1	3	57
540	2	38	42	1	4	14	6	3	29		24	1	5	195	52	14	101	19	50	272	187	131	38	49	14	28			15	173
560	3	54	58	1	11	29	12	4	30		47	7	12	307	39	31	135	24	87	410	317	155	84	49	19	16			64	159
580	4	32	33	3	28	70	19	13	48	1	57	30	31	339	30	27	104	66	96	410	313	166	49	36	22	8	5	1	133	148
600	13	30	24	13	39	163	66	23	65	1	27	18	48	327	16	33	197	55	71	298	258	132	24	16	15	2	5		110	110
620	12	32	21	10	19	198	129	54	114	1	14	5	41	247	21	24	522	94	106	213	228	131	28	4	9	3	12		56	46
640	21	24	7	16	13	136	155	50	177	2	11	1	39	183	33	23	563	218	162	174	267	118	27	3	2	2	19	1	38	33
660	39	29	14	16	5	65	196	68	262	3	7	4	48	117	29	39	232	266	229	146	231	112	22		1		25		51	49
680	82	20	10	20	6	30	198	60	344	6	6		31	57	17	29	60	238	262	135	186	71	17				26	1	54	91
700	79	33	15	32	5	26	103	35	379	5	3		17	78	14	32	26	156	189	124	182	39	18			1	15	2	84	125
720	53	32	12	37	4	17	40	5	247	11	6		1	42	8	15	14	80	74	78	153	37	2				12	3	68	166
740	17	43	31	57	6	22	12	1	98	21	6			29	6	10	9	42	34	36	113	30	4				4	4	76	157
760	6	48	54	51	5	19	5	1	30	19	1			11	2	5	6	10	14	18	58	15					2	9	88	244
780	1	67	37	43	3	14	1		3	7	1			6	1	9	1	6	8	7	27	10	1				1	9	79	233
800	1	82	33	37	4	12	1		2	2				9	1	3	1	4	5	5	15	10					1	16	72	271
820		65	38	26	2	10			1		1			3		1	1	1	3	3	3	5						12	57	190
840		22	66	23		10									1	3	1	1	3	2	8	7						18	21	107
860		3	22	23	5	11			1							2	1				2	6						24	21	73
880		1	12	9	1	13									2		1		1		4	2						14	25	64
900			4	2	4	10								1		1						1						7	24	44
920					1	23								1		2					1	1						3	22	40
940					1	16								2	1	1					3	1							22	19
960			1		1	12								2	1	2	1				1								10	18
980					1	22								2	1		1					1					1		3	7
1000						18								6		2													2	6
1020						15								2		4					1									1
1040						20								3	4	9		1											1	1
1060						18								5		1													1	2
1080						12								3	1	4					1		1							2
1100														4	3	1														1
1120														4	2	2														
1140														2	3	1														
1160														8		4													1	
1180														7	2	3					1						2			
1200														6	4	8														
1220														10	3	5							1							
1240														5	5	3														
1260														2	7	6							2							
1280			2											6		3														

TABLE 1, Continued

| YEAR-ANO | 1955 | | |

TABLE 1, Continued

YEAR-ANO	1955																												1956		
AREA-AREA	06				07									08							09			10		11			01		
MONTH-MES	10	10	11	12	01	02	03	04	07	08	11	12	03	04	05	06	07	07	04	05	11	02	05	01	02	12	01	02	05
GEAR-EQUIPO	BB	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	PS	PS	PS	PS	BB	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB
800	74	52	13	30					16	12	4		41	68	127	50	27	31	1	1	10	1	6	1			3	31	7
820	48	51	7	29					16	16			61	33	73	55	12	35	1	2	8	1	7	1			2	37	7
840	23	15	2	42					11	7			61	11	13	36	8	23	3	3	4		8				1	28	9
860	8	6		55	1				11	12			67	4	3	22	1	3	4	1	6		4				1	18	5
880	5			64					19	12			54	5	3	12			7	1	4		4			1		13	1
900				46					11	7			23	1	3	10			2	3			4					9	1
920	1			37					2	10			9			8			6	2	1		2					5	2
940				18					2	5			4			8			4	3	1		1						1
960				7	2				3	1	1				1	8			7	1	1	1	2					1	5
980				7	5				2						1	7			7	3	2		1					1	2
1000				2	8											8			12	4	1								2
1020				5	8	1			1							2			8	2									1
1040				1	5				1										6	10	1						2	1	5
1060				1	2	1										1			3	5									3
1080					1	1				1									5	3	1		1				2		1
1100						1			1										4	2							1		2
1120	1				1															2							1		3
1140						2													1	2	3						1		5
1160						1														2	1								4
1180						3															2						1		6
1200									1																				7
1220						2														1	3								1
1240						2															4								3
1260																					2								
1280				1		3															4								
1300																					2								
1320						1															1								
1340						1																							
1360																					1								
1380																													
1400																													
1420																													
1440																													
1460																					1								
1480																													
1500																													
1520	1																												
1540																													
1560																													
1580																													
1600																													
n	1074	324	232	802	570	389	419	291	183	126	227	218	770	1207	1187	684	148	158	217	152	432	588	475	1026	159	218	830	509	93
d	5	3	1	3	4	2	3	3	1	1	1	1	6	10	8	4	1	1	1	1	2	4	4	10	1	1	5	3	1

TABLE 1, Continued

YEAR-ANO	1956									1956																			
AREA-AREA	01									02																			
MONTH-MES	06	07	07	08	08	09	10	11	12	01	01	02	02	03	03	04	05	05	06	06	07	08	08	09	10	10	11	11	12	12
GEAR-EQUIPO	PS	BB	PS	BB	PS	BB	BB	BB	BB	BB	PS	BB	PS	BB	PS	PS	BB	PS	BB	PS	BB	BB	PS	BB	BB	PS	BB	PS	BB	PS
400-19																														
420																														
440			3	2																										
460	1	2	14	9																				1						
480	2	4	13	31		5	12	1											3		2			3						
500	2	36	17	33		14	24	15	9					1					13		2			7					1	
520	11	114	33	43		41	27	75	21	1				3					38		2			13			1			
540	14	154	37	42		96	48	79	31			1		2	1		1	1	47		5			19			2		1	
560	15	133	38	48	1	202	72	97	12	2		2		1	5	4		4	67	1	6			22			7		3	
580	21	87	15	66		201	64	107	14	4	1			1	4	9		5	61	2	11		2	18		1	12		5	
600	13	50	4	40		135	77	53	16	19		1		2	5	10		7	81		15		1	25			10	2	2	
620	15	20		22	1	88	55	22	10	35	1	1		3	9	7	1	5	93	3	13		3	17			17	3	3	
640	14	13	2	13		32	33	20	5	36	4	5		23	9	4	1	6	79	6	16		2	17			15	2	5	1
660	9	9	3	2		18	29	17	6	51	12	6		57	11	9		9	80	16	15		2	20			11	3	2	1
680	11	2	2	1	2	17	21	15	3	54	27	10		171	27	8	1	9	78	17	21	1	2	11			10	13	4	1
700	12	6		4	3	24	7	6	4	34	40	5		201	39	15	1	8	70	16	12	3	4	7		1	2	16	4	4
720	17	5	1	1	5	14	10	3	4	22	42	7		89	28	52	1	4	66	15	8		4	6			3	16		3
740	10	5	3	1	2	14	5	2	3	23	18	4		31	18	64		7	61	15	21	1	6	7			4	6	2	4
760	13	3	3	3	6	15	10	1	2	23	18	2		10	6	67	1	9	48	13	17		6	4		1	1	2	3	2
780	26	5	9	5	4	5	2	2		19	12	3		4	4	41	3	9	89	12	24		9	7			2	4		4
800	58	6	7	4	8	6	2	1		20	9	5		4	5	25		7	95	14	31		12	2		1	1	5	2	4
820	75		8	2	8	7	3	1		23	16	3		1	8	17		14	139	17	61	1	8	3			2	2	7	7
840	108	7	14	4	10	1	1	2		18	12	5		1	8	20	2	13	188	32	86	1	14	3		1	1	2	2	2
860	183	13	7	11	19	6	2	1		21	20	5		4	9	14	2	24	244	59	160	4	13	7	1	1	1	4	7	6
880	271	25	19	10	28	4	2	4		16	28	1		6	13	23	2	9	11	201	60	196	22	33	10	1	1	1	5	2	5
900	324	57	57	16	28	6	3	2	1	16	34	1		5	7	15	3	3	3	126	32	192	69	72	13		3		1	8	5
920	269	65	93	30	76	10	2	1	1	32	29	3		8	12	17	1	2	7	50	19	137	137	89	13	1	2	7	3	5	6
940	103	71	111	25	138	6	2	2	2	28	26			10	9	10	2	1	7	23	13	57	176	64	29	1	4	3	3	8	10
960	32	45	77	55	188	10	3	2	2	33	24	1		22	19	17	2		11	16	9	24	147	44	26	6	6	7	4	11	10
980	9	29	32	50	160	10	4	4	1	51	42	3		48	15	21	8	1	5	3	10	24	58	15	34	4	17	8	12	10	10
1000	3	31	9	59	69	29	2	8	1	75	79	3		59	41	15	1		16	11	8	17	18	4	12	7	17	6	28	12	11
1020	4	5	4	45	30	25	4	9		77	101	2		103	22	31	8		9	2	2	23	6		5	9	25	18	51	20	16
1040	2	10	3	34	8	17	10	21	2	118	149	4		158	32	45	8		14	6	5	18	6	2	1	6	29	16	98	17	22
1060	2	13	4	25	7	18	11	29	2	116	152	4		257	26	71	8		15	2	3	16	2	1	4	2	33	22	134	25	10
1080	2	13	2	26	4	8	18	30	4	101	134	2		282	23	107	25		26	6	5	23	4		4	3	16	17	116	26	16
1100	4	6	1	23	4	3	7	36	1	61	85	4		288	18	152	26		25	6	4	17	8	1	2	2	4	14	78	33	17
1120	1	7		34	5	3	10	45	8	46	26	2		214	18	215	34		18	6	2	24	1		2	1	3	9	26	27	11
1140		6		53	4	5	4	32	7	23	15	4		122	7	245	40		23	6	7	38	4			1	1	2	16	18	3
1160		7		51	2	5	5	11	11	14	4	5		75	12	269	52		28	4	5	32	5				2	2	3	6	
1180		6		56	1	3	9	20	4	3	1	4		45	3	182	53		32	6	11	36	6	2		2	1	4	2	4	1
1200	1	1		34	2		8	14	8	1	1	1		14	3	92	52	1	55	12	7	56	9	1	1	1	2	2	2	2	
1220	1			30	1		7	20	1	4		1		11	2	60	31		66	10	6	54	1	2				1		1	
1240		2		32	1	1	14	13	2	1				3	1	33	28		65	12	4	45	4	7			1	2		2	1
1260				19	1	2	6	19	1	3				3	4	11	9		33	15	4	35	8	6	4			1	1	2	1
1280		1		16		1	7	21	1	3				6	2	9	5		22	6	3	24	3	5		1		1		4	

TABLE 1, Continued

YEAR-ANO	1956										1956																					
AREA-AREA	01										02																					
MONTH-MES	06	07	07	08	08	09	10	11	12		01	01	02	02	03	03	04	05	05	06	06	07	08	08	09	10	10	11	11	12	12	
GEAR-EQUIPO	PS	BB	PS	BB	PS	BB	BB	BB	BB		BB	PS	BB	PS	BB	PS	PS	BB	PS	BB	PS	BB	BB	PS	BB	BB	PS	BB	PS	BB	PS	
1300				7		2	11	21			2			5	1	10	2		3	4	1	12	3	6	1	1		3	3	6	1
1320		1		6			4	14			2		1	1		6	1		5	1		12	3	3				1		4	2
1340				4			4	12			2			3	2	10	1		3	1	2	6			1		1	1	4	2
1360		2		2			1	8			1	1		1	1	5	3				1	3		1			1		5		
1380								4			2			2	1	1						2		2					2	1	
1400														2	1		3				1	3	2					1	7		
1420											1					2	1					3		1				1	3		
1440											2						2					2		1					2		
1460																	1				1	1	1	1				2		
1480																	1			1		1		4					1		
1500														1			2					1		1					4		
1520											1						2					1		2							
1540																1															
1560																1								2							
1580																								1					2		
1600																															
n	1658	1077	645	1129	826	1109	662	922	200		1241	1163	110	2359	496	2043	430	125	739	2176	462	1663	714	461	381	50	174	253	667	338	200	
d	5	6	4	8	5	11	9	14	4		7	4	1	7	2	9	2	1	4	11	2	12	8	3	4	1	2	4	7	6	2	

YEAR-ANO	1956												1956																			
AREA-AREA	03												04									05										
MONTH-MES	01	02	03	03	04	05	06	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	08	09	10	12	01	02	03	04	04	05	05	06	07	08	
GEAR-EQUIPO	BB	BB	BB	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	PS	BB	PS	BB	BB	BB	
400-19																																
420																																
440															1																	
460		1			2											1						1	1						1			
480		2	1		2	2			1						1							3	3				1		1			
500	6	14	1		1	1	1	5	2	1	6	2	2	3	3						1	10	26	11	3		7		48	3	4	
520	25	26	2	4	2		3	26	3	12	29	2	6	11	13	3	11	1	3	2		26	41	24	2		20	1	106	17	12	
540	16	55	2	6	13	1	9	114	42	17	70	13	8	15	22		4	5	13	14		86	46	48	12		37	8	194	63	52	
560	26	39	7	11	12	8	12	162	55	54	71	59	13	40	48	1	4	7	35	46		152	58	77	24		49	7	128	181	145	
580	32	41	15	9	17	4	17	117	49	84	24	102	12	63	67	1	7	15	50	63	7	188	86	129	58		52	3	59	77	160	
600	36	51	12	7	24	11	17	54	36	72		112	33	73	87	1	8	12	65	76	19	161	97	199	83		88	5	37	29	47	
620	66	74	4	11	23	18	20	32	38	60		58	109	101	113	2	4	4	58	74	50	126	108	214	58		88	3	28	16	8	
640	121	111	5	22	15	47	31	17	34	29		45	190	209	172	3	5	2	35	56	56	129	99	297	27		92	10	27	20	3	
660	292	195	7	34	26	37	70	12	47	25	1	24	261	360	320	4	11	2	18	27	72	126	121	391	20		102	1	20	13	7	
680	351	364	9	34	43	22	82	6	21	18		30	257	386	495	8	8	2	13	13	72	96	142	418	14		105	2	37	11	1	
700	208	462	12	70	57	11	39	7	15	24		25	203	341	481	13	11		7	3	38	55	128	388	18		107	10	38	21	3	
720	90	247	19	116	76	13	36	5	22	23		16	129	255	464	25	14		2	6	28	43	122	256	20	1	123	9	42	13	1	
740	39	84	35	184	136	17	32	7	23	26		8	46	165	373	49	20		1		5	22	93	138	17		122	11	56	10	5	
760	15	25	75	179	197	18	23	5	9	22		15	23	98	267	121	23		3	1	2	10	71	70	23		145	9	96	14		
780	20	14	74	76	223	21	31	3	8	23		11	6	41	175	172	49		5	3	3	2	45	39	26	2	154	9	105	20	1	

TABLE 1, Continued

YEAR-ANO	1956												1956																			
AREA-AREA	03												04									05										
MONTH-MES	01	02	03	03	04	05	06	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	08	09	10	12	01	02	03	04	04	05	05	06	07	08	
GEAR-EQUIPO	BB	BB	BB	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	PS	BB	PS	BB	BB	BB	
800	15	4	72	14	226	27	35	12	3	11		8	11	11	94	247	68		5	1	1	2	33	15	16	4	107	10	99	18	2	
820	5	3	40	2	128	67	67	3	3	4		8	9		43	270	128		1	1	3		13	9	25	4	68	18	109	17		
840	5	1	18		73	102	95	6	3	4		1	3		7	158	129				2	1	12	8	32	7	70	19	66	10		
860	9	1	3	1	38	61	137	4	1	2		11	3		6	83	90		1	2	1	1	6	2	57	14	76	32	49	15	1	
880	8	2	2		22	35	118	9	1	1		11	2			29	41		1		2		2	9	69	37	91	50	32	11	1	
900	3	1			9	9	45	15	3			11	2			13	16		2	1	1	1	1	3	59	28	112	48	28	6		
920	2				3	2	13	10	2			4	3			10	2		3		2	1	3	2	39	37	122	83	18	13		
940	2	1			2			32	4			4	1			4	1		1		3	1		2	28	32	76	67	29	7		
960	1				1		1	17	14			4	2			2	3			2	1	2		3	17	22	31	26	14	4	2	
980	3				1		1	9	16			2							1		3				12	8	16	28	31	5		
1000		1			2			2	16	1		4				3					2		2		11	6	9	10	16	3		
1020	1				3				7			6	2			3	1				6			2	2	2	6	4	14	1	1	
1040					2				3			6				4					3	3			1	3	2	3	2	1		
1060					1				1			5	1			1					5			1	1	3	1	1	4			
1080												2									3	1			4		2	1	2			
1100								1				5									4				3	2	3	1				
1120												1				1					4				1	1	2	1				
1140																						1				1		1				
1160					1										1						1				1		1					
1180																									1				1			
1200												1										3										
1220																							1	1								
1240																1						1					1					
1260												1										1		1				1				
1280																																
1300																						2			1			1				
1320												1																				
1340																						1						1				
1360																																
1380																						1					1	1				
1400																																
1420																																
1440																												1				
n	1397	1819	415	780	1381	534	935	692	482	513	201	618	1337	2172	3253	1233	658	50	323	391	400	1259	1361	2757	785	214	2092	496	1552	621	456	
d	7	10	3	4	10	5	4	5	4	7	3	12	7	12	19	9	4	1	4	5	8	8	6	16	5	1	13	2	12	5	4	

TABLE 1, Continued

YEAR-ANO	1956																													
AREA-AREA	05		06											07						08						09		10		
MONTH-MES	09	10	01	02	03	04	06	07	08	09	10	11	12	12	01	02	07	08	09	10	03	04	05	07	09	10	01	10	01	04
GEAR-EQUIPO	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	PS	PS	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB
400-19																														
420											1				1															
440															11															
460			4												11															
480		1	21		1		2						1		15									1						
500	5	7	43		1	1	4	1					1		28	1	1							3		1		1		
520	9	16	84		2	18	27	10				1	2		44	1	6	2	1	1				1		18				1
540	22	24	150	13	3	73	69	43			2	1	3		72	5	26	10	2				2	2		23				1
560	18	19	269	14	3	33	42	93			16	5	5		160	15	38	22	13				5		2	20	1		1	1
580	27	43	275	28	7	1	5	41		1	102	66	20	1	173	54	46	37	32	3		3	6		4	13	1	1	4	3
600	24	59	176	29	24		1	28			380	282	107	15	117	55	26	26	52	4	2	3	1		31	4	5	2	22	6
620	14	37	100	20	42			15		1	234	161	161	31	62	57	15	31	37	17	15	3	3		33	6	3	5	28	2
640	9	26	49	16	44			21			82	36	81	9	20	46	11	31	35	20	32	12		1	7		3	4	35	5
660	7	17	71	6	22	2		28		1	52	18	34	4	16	33	7	19	34	14	28	48	4	2	2	3	16	4	29	12
680	17	9	48	5	9			54		1	46	7	18		6	20	5	8	42	8	11	134	5	4	2		11	6	32	8
700	6	4	56	3	8			37	1		48	2	19		3	30	4	8	49	12	2	148	6	9			7	3	17	6
720	10	2	61		5			38			20	12	11		3	21	6	8	34	2		99	13	17		2	5	1	13	3
740	9	6	56	1	6			31	1	2	16	16	15		3	19	9	11	35	5		72	23	12		2	4	2	9	1
760	6	3	38	2	11			24	8		27	9	8		1	12	15	9	27	3		94	37	10		1	6		4	1
780	7	1	37	1	9			33	12	2	28	11	3		1	16	15	11	22	2		80	42	11		1	5	2	1	1
800	8	2	14	1	9			47	15		52	8	6		1	9	10	12	24	3		46	56	16		1	2	5	1	
820	8	2	10		6			62	15	2	34	11				9	5	11	21			9	68	23		1	10	3	2	
840	5	4	2		6			50	28	1	17	6	3			9	4	10	13	1		24	117	19			5	2		
860	6	2	2		3			32	10	4	33	4	4			7	2	5	16			30	122	30			5	3		
880	12	5	2		7			21	5	3	24	7	1			4		9	16	1		31	128	47			12	2		
900	14	5	1		4			11	5	4	41	5	2			1		2	11			33	93	94			4	3		
920	7	6			3			11	2	6	42	7	5			2		1	6	1		42	71	78			6	5		
940	7	7			3			2	1	7	35		4			1		3	2			40	55	45			3	2		
960	5	11			6			5	2	7	25	2	1					3	2			42	46	11			5	9		
980	2	10			2			4	1	3	38	3	2						3	1		18	37	2				9		
1000	5	7			2			2		5	73	4	3					2	2	1		18	29				7	5		
1020	2	3			2			3	1	8	31	8	2					1	1	1		14	21					8		
1040	4	4			1			2		10	23	2	1						2			5	12					3		
1060	4							1		4	24	2							3			6	7					2		
1080	3							1		4	31	1							2			5	4				1	1		
1100	2				1			1		7	41	7							1	1		2	4			1		1		
1120	1				1					3	27	7										1	5							
1140		1								3	16	4							1			1	3			2		1		
1160		1								5	15	3										1	5			1				
1180	1	1									5											1	4							
1200										2	8	6						1		1		2	5							
1220											2							1					9					1		
1240																							4					1		
1260																							1					1		
1280																							1							

TABLE 1, Continued

| YEAR-ANO | 1956 | | |

TABLE 1, Continued

| YEAR-ANO | 1956 | | | | | | | | | | 1957 | | | | | | | | | |

TABLE 1, Continued

YEAR-ANO	1957																																					
AREA-AREA	02									03														04														
MONTH-MES	05	06	07	08	09	10	11	11	12	01	02	03	03	04	05	05	06	06	07	08	10	11	01	02	03	03	04	04	05	06								
GEAR-EQUIPO	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB	PS	BB	BB	BB	BB	PS	BB	BB	PS	BB	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	PS	BB	PS	BB	BB								
400-19																																						
420		1							1																													
440																																						
460																																						
480		1												1														1		2									
500		14	4				4		2					1		1					1								1									
520		22	4	1		2	24		4					2						2	1	1	1					1									
540		20	8	4		4	26		22			1		1						4	6	2							4	6							
560		14	8	7	1	4	11		30			5		2		2	2			10	15	10	1						1	2							
580		13	12	5	1	1	9		25	2		3		3						7	23	9	2	1					4	6							
600		7	12	6	1	4	9	2	37	10	11			3	1		1			3	27	16	20	4					3	3							
620		12	11	3			11	4	20	16	14	1	1	12		4	1			3	19	23	54	11	4		2		7	3							
640		11	8	5	1	3	12	2	18	7	44	6	1	6		5				4	25	8	58	24	15		2		16	4							
660		26	11	2	3		4	5	10	14	68	7	9	6	1	2	1			5	21	8	105	50	31		7	2	33	7							
680		30	10	5	4	4	15	9	8	6	47	20	21	19		9				1	15	5	107	48	53	2	14	4	51	8							
700	1	27	14	5	2		6	1	4	6	33	16	47	11	3	8	1		1	2	6	4	91	50	66	4	17	9	73	10							
720		32	12	2	1		10	1	3	1	23	6	76	6	4	20	2				3	5	47	39	84	11	14	10	44	22							
740	6	26	13	8	4		7	3	2		10	5	55	8	6	33	5		1		2	1	24	23	67	8	18	17	62	22							
760	5	37	12	6	2		4			5	4	2	45	4	8	78	7		1		1	2	8	13	48	8	19	10	57	25							
780	7	40	9	7	3		5		1	2	3	4	20	1	3	101	19		7	1	1		5	9	25	6	10	9	38	20							
800	9	26	17	12	4		4	2	1	4	7	7	13	3	6	121	20	1	6	2	1		3	6	14	3	12	13	43	34							
820	1	32	23	8	6		1	2		1	5	7	11	1	4	90	16	1	12					2	7	2	13	5	25	18							
840	2	23	23	11	5		2	1		2	4	3	9	2	4	40	26	4	20	1	1	1	3	3	5	2	12	5	13	9							
860	2	18	19	15	2		6	2	1	2		5	7	4	4	25	18	2	19			1	1		6	1	12	1	7	1							
880	1	3	6	17	7	1	7		2	5		6	6	2	1	16	14	1	47		2	2	2		2	1	18	5	7									
900		3	7	17	4	2	7	4	1	2	4	2	6	1		9	11		38	2		2	1	2	4		8	3	3									
920	2			11	4	4	19	4	1	1			6	1	2	2	3	1	18	1	4	1			3		9	1										
940			2	6	4	5	16	9	4	4	6	2	7			3			15	2	7	1	2	1	1			3	2									
960		2		4	1	8	18	9	2	7	1		11			1			5		3	3	1	1	1		1											
980	1	2		9	2	5	22	9	6	2	5	1	5			1	1		3		2	1			1												
1000	1	5		3		11	32	14	7				8			4			2		9	7	2	3				1	1								
1020	1		1	5		9	34	10	11				12			5					3	9	3	2	5		2		1								
1040	3		2	6	3	4	27	9	9				14			5			2		2	16		1			4	1									
1060		1		3	2	3	26	9	10			1	7		1	7	1		1			5	3				1										
1080		3		3	1		17	12	8				2			5	1	1	1			3	4														
1100				1	1		9	6	11						1	5		1				1	1	2	1	1											
1120	1	1		3	1		7	4	8				1			2		1				2	2	1	1												
1140	5	2	1	4			4	3	4	1						3		2						1	2												
1160	7	2		6			3	1	1			1				3		1						2	1	1			1								
1180	2	1		5	1		1	1	4						1	6		2				1		1				1									
1200	10	7	1	10	1		1	1								5		2								3		2									
1220	13	5		15	4	1	1	1								3		2										1									
1240	19	3		10	2			1								5		5										1									
1260	26			8	1	3	1	8	1							7		4	1																		
1280	16	5		7	7	1	1	5								3		8																			

TABLE 1, Continued

| YEAR-ANO | 1957 | | |

TABLE 1, Continued

YEAR-ANO																																
		1957																														
AREA-AREA	04	05												06															07			
MONTH-MES	07	01	02	03	03	04	05	06	07	08	09	10	12	01	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		02	08	09		
GEAR-EQUIPO	BB	BB	BB	BB	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	PS	PS	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB		BB	BB	BB		
800			9	25	8	15	28	5	3	2	20				3	3				9		2		1	6	2		9	1			
820		2	9	18	6	10	38	4	6	6	4	1				3				10		6			5	3		8				
840			3	14	2	10	23	4	8	4	9		1			1				11	1	6		1	3	1		10				
860			6	6	2	7	7	4	8	6	10									3	1	10		2	6	1		6				
880			2		2	4	5	8	3	10	7				1						2	12		2	6			3				
900			2	2			5	4	3	7	9	1									1	5		1	20	2		4	2			
920			2	2		2	3	2	5	14	11	1								1		2		3	19	3		3				
940						6	8	3	6	8	11	3								1	3	3		4	14	1		4	4			
960			2	1		3	6	3	3	10	27	2				1					2			1	20	12		7				
980				1		5	4	2	2	9	22	1									5	5	1	5	16	8		7	2			
1000			2	2		2	5	3		12	38	2									8	8	1	5	14	8		8				
1020						3	5	4	1	7	28	7									3	4	3	2	10	11		12	1			
1040			1	1		2	9			2	27	5	1				1				7	4	1	7	26	16		9				
1060			1	1		5	2	3			13	9	1								4	1	4	3	8	15		4				
1080						5	8	2		1		8									2	2	2	3	6	12		5				
1100				3	1		3				4	3	1								2	1	1	2	5	12		1	1			
1120			2	4		3	2					2					1				2		4	1	5							
1140				1		2	7				1	2					2							2	2							
1160				2		3	5			1	1	2					1					1			3							
1180				4		5	7	1			1										1	3			1							
1200			1			6	15	3									2				1				1	2						
1220			1	5		6	20										1								1	1						
1240			6	3		3	15	5									7				1											
1260			4	4			11	2								1	10											1				
1280			5	1		4	6					3					7									1		2				
1300			2	1		1	2	2				3					8											1				
1320			2			1	1										6															
1340			1	1		2						1					2															
1360				2		1											2															
1380																									1							
1400																																
1420																																
1440																												1				
1460						1																										
1480																																
1500																																
1520																																
1540																																
1560																																
1580				1																												
1600																																
n	50	150	630	750	50	1001	850	400	250	200	500	100	50	51	559	147	50	100	100	150	100	250	100	100	901	151		50	400	50		
d	1	3	13	15	1	20	17	8	5	4	10	2	1	1	11	3	1	2	2	3	2	5	2	2	18	3		1	8	1		

TABLE 1, Continued

YEAR-ANO	1957																																
AREA-AREA	07	08						09					10						11	12				13									
MONTH-MES	12	03	03	04	05	06	11	01	02	05	09	11	04	05	06	07	08	09	12	06	07	08	09	06	07	08	09	10	11	12			
GEAR-EQUIPO	BB	BB	PS	PS	PS	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB			
400-19																																	
420																																	
440																								1									
460	1			1																						3							
480						1							3	1														1					
500	2												1	12	3					1	1			6									
520	4			2		1	2						28	44	14					13	2			1	1	3							
540	3					2	9						71	140	49					22	13	4	2	6		4							
560	4			1		1	17						135	170	139			1		27	24	25	4	29	6	19		1					
580	2		1				19					2	99	119	148			3	1	3	11	12	62	19	57	28	34	2	5					
600	3	1	2			6	8				1		23	42	170			2	1	5	2	3	44	23	65	48	143	13	30	8	1		
620	7	3	1	1		5	3	4	4		1	10	9	23	72			3	7	10	3	1	7	2	41	55	148	26	68	32			
640	8	11	10	5		6	9	17	13		3	8	4	9	28			6	8	15			1		23	32	77	34	159	60	9		
660	19	34	53	7		3	3	16	18	2	6	5	7	5	14			6	5	7	1				10	7	38	21	145	36	11		
680	23	42	124	26		3	7	10	11	1	11	3	7	2	6			5		1					6	1	17	3	53	13	8		
700	12	26	76	72	3	6	9	3	8	1	8	7	9	1	2			6	1	1						1	3		35		10		
720	8	20	15	69		3	10		3	3	2	7	11	2	1	1		4	2			1			2	2	3	1	11	1	6		
740	2	8	4	100	6	4	1		3	4	1	8	11	3	2	1		1	3						1	3	2		8				
760	2	1		108	9	2	1		1	3	3	4	9	1	1	2		6				1	2		1	1	4		4	1	2		
780		3	4	46	7	2	3		1	3	4	5	22	3				3	1			2			1		3						
800			1	9	16		2		1	3	2	3	21	4		1			3		1	1				2	2		1		1		
820		1	3	2	14		1		1	1		5	16	2	1	1					3	4			3	2	4		3		1		
840			8		11		1		2		1	5	10	9	1	1	3				6	5			2		8		4		1		
860			3		9		3			1	9	5	3	4		1		1			1	4	1		2	1	10	1					
880			5		7	2			3	1	10	13	1	2		2		1			6	1			2		9		1				
900			7	1	1		1		1		15	29		1		3		3			1	4	1		2		10		1				
920			4		7	1			3		19	38				4	1					5	1		2	1	10		3				
940			10		14	1			2	4	18	44				5		1			1	6			2	1	5		2				
960			10		10		4		2		12	56		1		11		2	1			7	1		3	1	5		1				
980			10		18	1	8		3	4	6	44				9		2			1	2			11	1	6		4				
1000			14		17	1	10		3	2	2	36				4		2				1	1		8		6		1				
1020			14		24	1	12		4	3	5	24				2		1	1						1	3	11		3				
1040			15		24	4	17		2	2		10						3							2	1	5		4				
1060			3		37	1	17			3	2	9						1	2						4	1	5		1				
1080			2		39	1	10		4	2	3	7						1							3		3		2				
1100			1		21	4	9		3	1	1	3													1	1	3						
1120					28	3	3		1	1	2	4															1						
1140					19	1			1			2													1				1				
1160					28	1	1				1														1								
1180					20	4				1																							
1200					26	4				2	1																						
1220					34	4				1		1				1													1				
1240					43	9			1	1		1				1																	
1260					38	9					1	2																					
1280					40	9						1																					

TABLE 1, Continued

| YEAR-ANO | 1957 | | |

TABLE 1, Continued

YEAR-ANO	1957	1958																																					
AREA-AREA	14	01																				02																	
MONTH-MES	12	01	02	03	04	05	05	06	06	07	07	08	08	09	09	10	10	11	11	12		01	02	02	03	03	04	05	06	07	08								
GEAR-EQUIPO	BB	BB	BB	BB	BB	BB	PS	BB	PS	BB	PS	BB	PS	BB	PS	BB	PS	BB	PS	BB		BB	BB	PS	BB	PS	BB	BB	BB	BB	BB								
800		1		7	3		1			29	15	48	18	3	7	44	7	7		9		3	5	1	2	1			4	1	8								
820		4		6	4	1	2			24	4	23	10	9	2	36	11	6		9		2	1		3	2	4			1	10								
840				6	1	1	3	1	2	25	1	6	2	9	2	68	17	2		3			2	1	1	1	4		1	1	8								
860		2		4	3	1	1		1	26	1	10		11	4	77	14	7	1	2			2	5	2	1	3			1	4								
880				2	4			2		18	1	11		8	5	73	11	8		5		1	1	2	2	1	2	1											
900				1	2					12	1	14		5	4	40	3	19	2	15			2	1	3				1										
920		2		4	1					14		7		4	1	16		22	2	21		1	1		1						1								
940		2			1	1				14		2		3		7	1	31	1	28				2		1												
960					3	1		1		8		9		2	1			26		38			1		1													
980					2					18		2		1	1			18	3	40			1	1	5	2	1											
1000		1		2				1		7		8				1		3		33		2	3		1			2			1							
1020					1					10		7		3				10		9		2		3	3		1			1								
1040		1		2	1					2		8						1		2		2		2	3					1								
1060		2		2	2					3		5						6		2		7	1	2	4													
1080		2		2	1					4		3		1				8				11	3	5	7	1	1				1							
1100		4		3	3					3								3				5	11	4	3	1	3	2										
1120		1		10	5	1						2				1		6				5	5	6	2	2	2											
1140		1		15	6					5		5						2				1	4	8	5	1	4			2	1							
1160				14	14							7						4				6	7	8	10		5	1		6	1							
1180				10	16					4		2				1		1				1	7	6	11	1	4	2		3								
1200				2	4					3		7		1				9				1	11	9	17		13	5			1							
1220				2	5							7						4					9	7	16		22	2		6	6							
1240						1				4		9						7				1	8	4	20		25	7		4	7							
1260						1				2		12						5					6	3	13		28	15		4	9							
1280												10						12						7	9		30	17		3	5							
1300					2					1		13						6					4	4	10		24	18		1	9							
1320		2								1		11						11					2	8	4		13	10			15							
1340		1										6						13					1	5			9	7		1	11							
1360												3						6					1	15		1	3	2			11							
1380		2		4	1							3						6					2	9			1				9							
1400		2			2													6					1	9			4	3			3							
1420					1													2					2	6			1				3							
1440				2														1					4	7			4	2		2	1							
1460				1								1												5		1	2	2			1							
1480																								3		1	1	1										
1500		1			1																			5							1							
1520				1																				2				2			1							
1540																							1	2							2							
1560																						1									1							
1580																								2	1		1				1							
1600																																						
n	150	250	250	350	550	700	50	700	700	700	300	750	596	200	50	750	100	703	50	450		458	400	287	550	100	700	300	300	100	201							
d	3	5	5	7	11	14	1	14	14	14	6	15	12	4	1	15	2	14	1	9		9	8	6	11	2	14	6	6	2	4							

TABLE 1, Continued

| YEAR-ANO | 1958 | | |

TABLE 1, Continued

| YEAR-ANO | | |

TABLE 1, Continued

| YEAR-ANO | 1958 | | |

TABLE 1, Continued

YEAR-ANO	1958																																			
AREA-AREA	08			09							10				11	12			13						14											
MONTH-MES	06	06	12	01	02	03	08	11	12		03	04	05	06	12	04	05	06	01	02	03	04	07	09		11	12										
GEAR-EQUIPO	BB	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB		BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB		BB	BB										
400-19																																				
420																																				
440													1						3																		
460													2						14	1																
480		2									1	1	1						39	1	2		4			1											
500		5										5	5			1			31	6	7		9			1										
520		12									1	12	26			9	1		8	3	46	9	24													
540		11							1		1	38	78	1		25		1	5	5	69	11	102	2												
560		14		2				1	2		3	56	136	2	2	10	3	4	4	2	69	12	136	6		2										
580		13	1	2					4		3	40	160	3		5	4	6	4		22	3	61	18			2									
600		21		5			1	2	5		1	27	163	11	1		19	14	1		9	2	15	16		3	1									
620	1	22	2	10			2	5	1			5	97	11	5		11	4	3	1	1		1	5		15	2									
640		14	1	10		3			3		3		26	7	8		6		3	2	1			3		45	2									
660	1	14	1	3		4		2	4		2		18	2	5	1	1		12	2	2		1			113	4									
680	1	20		3			1	1	3		2		20	1	6		1		25	4		1				74	8									
700	1	18	1	4	1	2	1	3	2		4		11	4	8				27	5						14	15									
720	1	18		2	1	2	2	2	2		1	1	4	3	8				8	8						1	11									
740	9	31	2	4	2	1		1	3			1	5	1	4				11	23	2		2			1	2									
760	6	25	4				5	1	1					1					1	21	3					1										
780	6	21	3	2	1		2	1	4			1	2							8	7		1			1	1									
800	9	11	8	1	1	4	2		2				3		1	2		1		4	34	1				1										
820	15	4	4	1	2	3			1		1	5	4		1	3		1			65															
840	19	2	3	3	2		1	1	2		5	4	6	1		4	1	3		2	37	7														
860	6	7	1	5	2	2	5	1	2		1		6	1		11	1	4			19	2				1										
880	7	4	2			4	4	3	3			1	7		1	17	2	5			3	2	2													
900	1	3	2	2	1	3	3	1	7			2	4	1		6		4		1			9			1										
920	2	3	2	1		3		5	4				8			3		3			1		23			3										
940	1	2	3	6	1	2		6	10				6								1		34													
960	1	2	3	2	2	2		3	10		5	1	1			1				1			54			8										
980	1		2	5	2	6	1	1	7		2												40			6										
1000	1		1	2	2	7		4	12												1		20			10										
1020	1			7	3	14	1	2	14														9			16										
1040		1	3	2	4	17	1	1	7		3					1							2			15	1									
1060	2			6	6	16			3		2															10										
1080	2		1	4	4	21			6		1															3	1									
1100	2			1	4	15	2									1							1			2										
1120				1	4	13			4		1																									
1140	1				2	11	1	1	5		5																									
1160					1	6	4																													
1180	1					10		2			2																									
1200						4	1		5																											
1220				1		4	5		1																											
1240				2		5	4		1																											
1260	1			1		2			1																											
1280	1					4			2																											

TABLE 1, Continued

YEAR-ANO	1958																																	
AREA-AREA	08			09							10				11	12			13						14									
MONTH-MES	06	06	12	01	02	03	08	11	12		03	04	05	06	12	04	05	06	01	02	03	04	07	09			11	12							
GEAR-EQUIPO	BB	PS	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB		BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB			BB	BB							
1300						2																												
1320						1			3																									
1340					1				1																									
1360					1	3			1																									
1380																																		
1400						1																												
1420						1																												
1440						2	1																											
1460																																		
1480									1																									
1500																																		
1520																																		
1540																																		
1560																																		
1580																																		
1600																																		
n	100	300	50	100	50	200	50	50	150		50	200	800	50	50	100	50	50	199	100	401	50	550	50			348	50							
d	2	6	1	2	1	3	1	1	3		1	4	16	1	1	2	1	1	4	2	8	1	11	1			7	1							

Table 2. Numbers of yellowfin tuna per sample, mean length and size of sampling unit for three randomly selected month-area strata, 1955.

Tabla 2. Número de atunes aleta amarilla por muestra, longitud media y tamaño de la unidad de muestreo de tres estratos de área y mes seleccionados aleatoriamente, 1955.

Area	Month	Sample No.	Numbers of fish	Mean length (mm.)	Size of unit (ton)
Area	Mes	Muestra No.	Número de peces	Long. media (mm.)	Tamaño de la unidad (ton.)
02	06	1	172	743	43
		2	60	782	—
		3	23	772	44
		4	150	771	10
		5	200	698	40
		6	113	728	40
		7	129	773	26
		8	188	699	—
		9	75	689	—
07	04	1	151	606	34
		2	58	579	15
		3	82	595	30
11	01	1	34	536	—
		2	221	538	56
		3	170	528	21
		4	101	530	21
		5	92	519	23
		6	31	504	—
		7	106	555	—
		8	102	543	—
		9	103	518	—
		10	65	556	—

Table 3. Estimated confidence intervals for mean lengths of size groups.

Tabla 3. Intervalos de confianza estimados para las longitudes medias de los grupos de tamaños.

No. of samples (d)	$S_{\bar{x}}$	t	Confidence interval	
			in mm.	in 20 mm. class intervals
No. de muestras (d)	$S_{\bar{x}}$	t	Intervalos de confianza	
			en mm.	en 20 mm. intervalos de clase
2	30.3	12.7	±385	±19
3	24.7	4.3	106	5
4	21.4	3.2	68	3
5	19.1	2.8	53	2.5
6	17.5	2.6	46	2.5
7	16.2	2.4	39	2
8	15.1	2.4	36	2
9	14.3	2.3	33	1.5
10	13.5	2.3	31	1.5
12	12.4	2.2	27	1.5
15	11.1	2.1	23	1
20	9.6	2.1	20	1
30	7.8	2.0	16	1

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S^2}{nd} + \frac{S_d^2}{d}}$$; n = no. of fish per sample, S^2 = variance within samples
n = no. de peces por muestra, S^2 = variancia dentro de las muestras

S^2_d = component of variance between samples
componente de variancia entre muestras

t = tabulated values of t distribution for d. f. d-1.
valores tabulados de la distribución de t para d. f. d-1.

Table 4. Monthly modal lengths (cm.) of age groups in Year Classes X54-X58; Northern Areas 01-04, and 08.
Tabla 4. Longitudes modales mensuales (cm.) de los grupos de edades en las Clases Anuales X54-X58; Areas Norteñas 01-04 y 08.

Growth stanza	Month of catch	Area 01					Area 02					Area 03					Area 04					Area 08									Mes de pesca	Segmento de crecimiento
		X54	X55	X56	X57	X58	X54	X55	X56	X57	X58	X54	X55	X56	X57	X58	X54	X55	X56	X57	X58	X54	X55	X56	X54	X55	X56	X57	X58	X..		
	1																														1	
	2																														2	
	3																														3	
	4																														4	
	5																														5	
N	6	—	52	—	50	—	—	—	—	—	—	—	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56	—	—	55	—	50	—	52	6	N
	7	—	56	54	54	56	—	—	—	—	—	—	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56	54	54	56	55	7	
	8	—	54	58	54	58	—	—	—	—	—	—	—	56	—	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	54	57	54	59	56	8	
	9	—	56	58	56	62	—	—	60	—	—	—	—	56	—	—	—	—	60	—	—	—	—	—	—	56	58	56	62	58	9	
	10	—	56	58	56	68	—	—	—	54	—	—	—	58	60	—	—	—	60	—	—	—	—	—	—	56	59	57	68	60	10	
	11	—	60	—	62	72	—	60	62	56	64	—	—	—	62	62	—	—	—	—	66	—	—	—	—	60	62	60	66	62	11	
	12	—	68	—	62	72	—	60	64	60	70	—	62	60	—	—	—	62	66	—	66	—	—	—	—	63	63	61	69	64	12	
	1	—	70	68	62	—	60	68	68	60	—	—	68	64	60	—	—	68	68	64	—	—	—	—	60	68	67	62	—	64	1	
	2	—	72	—	64	—	66	—	68	62	—	—	70	66	62	—	66	68	68	64	—	—	—	—	66	70	67	63	—	66	2	
	3	—	—	—	65	—	68	70	68	64	—	70	78	68	—	—	66	70	72	64	—	74	—	68	70	72	69	64	—	67	3	
	4	—	—	—	64	—	—	—	74	62	—	70	78	68	—	—	70	80	74	—	—	74	70	74	71	76	72	63	—	70	4	
	5	—	—	—	62	0	72	—	80	66	—	0	84	—	—	—	—	84	72	—	—	76	86	82	74	84	79	64	—	75	5	
N+1	6	80	—	—	64	—	76	86	78	66	—	80	86	84	—	—		—	80	68	—	80	—	—	79	86	81	66	—	78	6	N+1
	7	80	92	88	68	—	76	88	84	70	—	84	—	88	—	—	—	—	—	—	—		90	—	80	90	87	72	—	82	7	
	8	84	98	90	78	—	76	92	88	74	—	—	94	—	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80	95	89	79	—	86	8	
	9	86	102	—	86	—	84	96	88	—	—	—	98	—	—	—	—	92	—	—	—	—	—	—	85	97	88	86	—	89	9	
	10	—	108	—	86	—	90	—	100	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	108	100	86	—	96	10	
	11	—	112	102	94	—	88	106	102	78	—	—	—	104	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88	109	102	86	—	96	11	
	12	106	113	106	98	—	102	110	102	98	—	98	104	—	—	—	—	103	—	—	—	—	—	—	102	108	104	95	—	102	12	
	1	—	114	110	—	—	106	116	108	—	—	—	—	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	106	115	109	—	—	110	1	
	2	—	—	—	—	—	—	122	120	—	—	—	—	106	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	122	113	—	—	118	2	
	3	—	—	114	—	—	104	122	122	—	—	—	—	—	—	—	—	104	—	—	—	—	—	118	104	122	118	—	—	115	3	
	4	—	—	117	—	—	—	122	128	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	122	122	—	—	122	4	
	5	—	—	—	—	—	—	126	128	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	126	—	—	126	128	—	—	127	5	
N+2	6	—	—	—	—	—	—	121	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130	—	—	126	—	—	—	126	6	N+2
	7	—	—	—	—	—	122	—	124	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	122	—	124	—	—	123	7	
	8	116	—	130	—	—	—	124	132	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	116	124	131	—	—	124	8	
	9	—	—	—	—	—	—	128	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	128	—	—	—	128	9	
	10	124	—	—	—	—	—	133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	124	133	—	—	—	129	10	
	11	130	—	134	—	—	—	134	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130	134	134	—	—	133	11	
	12	—	—	—	—	—	130	—	138	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130	—	138	—	—	134	12	
	1	—	—	—	—	—	136	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	136	—	—	—	—	136	1	
	2	—	—	—	—	—	134	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	134	—	—	—	—	134	2	
	3	—	—	—	—	—	133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	133	—	—	—	—	133	3	
	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	
N+3	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	N+3
	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	
	8	—	—	—	—	—	142	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	142	—	—	—	—	142	8	
	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	
	10	—	—	—	—	—	148	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	148	—	—	—	—	148	10	
	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	
	12	—	—	—	—	—	146	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	146	—	—	—	—	146	12	

Table 5. Estimated growth rate and mid-year length of yellowfin calculated by linear regressions of modal length against month of catch within calendar years, for Northern Areas 01-04, and 08.

Tabla 5. Estimadas tasas de crecimiento y longitudes de medio año del atun aleta amarilla, calculadas por regresiones lineares de la longitud modal contra el mes de pesca del año calendario, para las Areas Norteñas 01-04 y 08.

Area	Year of growth	Growth rate — cm. per month				Calculated mid-year length cm.			
		N	N+1	N+2	N+3	N	N+1	N+2	N+3
Area	Año de crecimiento	Tasa de crecimiento — cm. por mes				Calculada longitud de medio año			
		N	N+1	N+2	N+3	N	N+1	N+2	N+3
01	1955	2.1	4.5			52.2	78.6		
	1956	1.2	4.2	4.5		54.6	91.7	108.8	
	1957	1.9	3.4	—		51.4	86.3	——	
	1958	3.7	3.4	2.6		53.7	74.2	123.8	
	Average within years / Promedio dentro de los años	2.3	3.7	2.7		53.0*	82.0*	121.6*	
02	1955	—	3.1			—	77.4		
	1956	1.3	4.0	2.5		56.6	87.1	117.2	
	1957	3.0	3.5	1.4	1.3	43.2	83.3	125.6	140.5
	1958	—	2.8	2.1		—	71.7	127.8	
	Average within years / Promedio dentro de los años	2.0	3.3	1.9	1.3	52.1*	79.8*	124.9*	140.5
03	1955	1.1	3.3			56.1	80.8		
	1956	1.1	3.4			53.9	87.4		
	1957	—	4.3			—	84.6		
	1958	—	3.5			—	78.5		
	Average within years / Promedio dentro de los años	1.0	3.7			55.9*	84.1*		
04	1955	—	2.0†			—	74.3†		
	1956	2.1	3.3			54.0	85.3		
	1957		2.1†	—		—	78.6†		
	1958	—	0.9†			—	68.0†		
	Average within years / Promedio dentro de los años	1.9	2.8*	—		54.7	80.4*	——	
08	1955	—	2.0			—	79.0		
	1956		6.0				89.1		
	1957		7.0	—			92.8	——	
	1958			—				——	
	Average within years / Promedio dentro de los años	—	4.6	—		—	86.4	——	
Average within areas / Promedio dentro de las áreas									
	1955	1.3	3.2			54.5	79.6		
	1956	1.4	3.8	2.4		54.9	88.3**	116.6	
	1957	2.0	3.7	1.4	1.3	50.6**	84.0	124.7	140.5
	1958	2.5	2.9	2.5		55.4	73.8	125.8	
Pooled average within area / Promedio combinado dentro de las áreas		1.8	3.6	2.0	1.3	53.9	82.1	123.6	140.5

†Observations only for first six months of year
Observaciones solamente para los seis primeros meses del año

*Significant differences among years within areas
Diferencias significantes entre años dentro de las áreas

**Significant differences among areas within years
Diferencias significantes entre áreas dentro de los años

— Less than 3 observ.
Menos de 3 observ.
blanks-No observ.
blanco-No observ.

Table 6. Monthly modal lengths (cm.) of age groups by year class, Central Region.

Tabla 6. Longitudes modales mensuales (cm.) de los grupos de edades por clases anuales, Región Central.

Month of catch	YEAR CLASS				YEAR CLASS			Mes de pesca
	X54	X55	X56	X57	Y54	Y55	Y57	
01								01
02								02
03								03
04				54				04
05	52	58		56				05
06	52	58	54	56				06
07	56	58	56	58				07
08		58	58	58				08
09	58		58	60				09
10			60	62	50			10
11					52			11
12					54	56		12
01			66	68	58	58	62	01
02		68	64	70	64		62	02
03		68	66	72	64		61	03
04			68	83	66	60	60	04
05		78	68		68	60	65	05
06		82	72					06
07		80	84					07
08			92					08
09		90	100					09
10		96	106					10
11								11
12								12
01			114					01
02			112					02

Table 7. Estimated growth rate and mid-year length of yellowfin calculated by linear regressions of modal length against month of catch within calendar years, for Central Region.

Tabla 7. Estimadas tasa de crecimiento y longitudes de medio año del atún aleta amarilla, calculadas por regresiones lineares de la longitud modal contra el mes de pesca del año calendario, Region Central.

Year	Growth rate		Mid-year length	
	N	N+1	N	N+1
Año	**Tasa de crecimiento**		**Longitud de medio año**	
	N	N+1	N	N+1
		X SERIES		
1954	1.6		54.0	
1955	0.0		58.0	
1956	1.4	3.5	55.1	82.0
1957	1.2	4.8	57.1	83.4
1958		4.7		92.0
Average within years Promedio dentro de los años	1.0	3.8	56.4*	83.4
		Y SERIES		
1954-55	2.8		58.7	
1955-56	0.8		55.2	
1956-57				
1957-58	0.4		62.6	
Average within years Promedio dentro de los años	1.9*		59.2	

*Significant difference among years ($P < .05$)

Diferencia significante dentro de los años ($P < .05$)

Table 8. Monthly modal lengths (cm.) of age groups in Year Classes X54-X58; Southern Areas 06, 07, 13 and 14.

Tabla 8. Longitudes modales mensuales (cm.) de los grupos de edades en las Clases Anuales X54-58; Areas del Sur 06, 07, 13 y 14.

Growth stanza	Month of catch	Area 06					Area 07					Area 13			Area 14							Mes de pesca	Seg. de crecimiento
		X54	X55	X56	X57	X58	X54	X55	X56	X57	X58	X56	X57	X58	X57	X58	X54	X55	X56	X57	X58	X..		
N	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48	—	—	—	—	—	—	48	48	1	
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	54	—	—	52	—	—	—	—	—	—	53	53	2	
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56	—	—	54	—	—	—	—	—	—	55	55	3	
	4	—	—	—	56	56	—	—	—	—	—	—	—	54	—	—	—	—	—	56	55	56	4	
	5	—	—	—	56	—	—	—	—	—	55	—	—	—	—	—	—	—	—	56	55	56	5	
	6	—	—	—	58	—	—	—	—	—	54	—	60	—	—	—	—	—	—	59	54	57	6	N
	7	—	—	56	58	—	—	—	58	—	—	—	62	56	—	—	—	—	57	60	56	58	7	
	8	—	58	—	60	56	—	—	56	56	—	—	62	—	—	—	—	58	56	59	56	57	8	
	9	—	56	—	60	70	—	—	60	—	—	—	64	—	—	—	—	56	60	62	70	64	9	
	10	54	58	60	—	66	54	—	—	—	—	—	64	—	—	—	54	58	60	64	66	64	10	
	11	54	—	60	62	70	—	—	—	—	—	—	64	—	—	66	54	—	60	63	68	64	11	
	12	54	56	62	70	—	54	—	—	68	—	—	66	—	72	—	54	56	62	69	—	66	12	
N+1	1	54	56	—	72	—	56	58	—	—	—	—	68	—	—	—	55	57	—	70	—	70	1	
	2	51	—	—	—	—	58	60	—	76	—	—	74	—	—	—	55	60	—	75	—	75	2	
	3	—	—	—	—	—	60	—	—	74	—	—	82	—	—	—	60	—	—	78	—	82	3	
	4	—	—	—	82	—	62	—	—	—	—	—	84	—	—	—	62	—	—	83	—	83	4	
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	92	—	92	5	
	6	—	82	—	—	—	—	—	—	94	—	—	—	—	—	—	—	—	82	94	—	88	6	N+1
	7	—	82	88	—	—	—	78	—	—	—	—	94	—	—	—	—	80	88	94	—	91	7	
	8	76	—	88	98	—	—	80	—	—	—	86	—	—	—	—	76	80	87	98	—	92	8	
	9	78	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78	—	—	100	—	100	9	
	10	72	92	—	104	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72	92	—	104	—	104	10	
	11	—	—	104	108	—	—	—	—	—	—	—	—	—	102	—	—	—	104	105	—	104	11	
	12	88	—	105	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88	—	105	—	—	105	12	
N+2	1	—	—	104	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	104	—	—	104	1	N+2
	10	108	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	108	—	—	—	—	108	10	

Table 9. Growth rates and calculated mid-year modal length of yellowfin, estimated from linear regressions within calendar years for Southern Region.

Tabla 9. Tasas de crecimiento y calculadas longitudes modales de medio año del atún aleta amarilla, estimadas por regresiones lineares dentro del año calendario, Región Sur.

Year of growth	Growth rate (cm./month)		Calculated mid-year length cm.	
	N	N+1	N	N+1
Año de crecimiento	Tasa de crecimiento (cm./mes)		Calculada longitud de medio año	
	N	N+1	N	N+1
1954	0.0		54.0	
1955	-0.3	2.8	57.9	69.1
1956	1.0	3.8	56.2	77.6
1957	1.6	4.1	58.6	83.2
1958	1.7	3.6	59.2	91.8
Average within years Promedio dentro de los años	1.5	3.4	56.6*	82.3*

*Indicates significant differences among years
Indica diferencias significantes entre años

Table 10. Average monthly modal lengths (cm.) of age groups in Year Classes X55-58, in Intermediate Areas 10, 11 and 12.

Tabla 10. Longitudes modales mensuales promedio (cm.) de los grupos de edades en las Clases Anuales X55-58, en las Areas Intermedias 10, 11 y 12.

	Month of catch	$\overline{X55}$	$\overline{X55\text{-}6}$	$\overline{X56}$	$\overline{X57}$	$\overline{X58}$	Mes de pesca
	1	50	62	—	—	—	1
	2	55	60	—	—	—	2
	3	—	—	—	—	—	3
	4	—	63	—	56	55	4
	5	56	72	54	56	58	5
N	6	—	80	57	58	61	6
	7	—	—	—	56	—	7
	8	—	—	—	60	—	8
	9	—	—	—	62	—	9
	10	—	—	—	—	—	10
	11	—	—	—	—	—	11
	12	—	—	—	—	—	12
	1	—	—	—	—	—	1
	2	—	—	—	—	—	2
	3	—	—	—	—	—	3
	4	—	—	80	85	—	4
	5	—	—	84	86	—	5
N+1	6	—	—	84	86	—	6
	7	—	—	95	—	—	7
	8	—	—	—	—	—	8
	9	—	—	—	—	—	9
	10	—	—	—	—	—	10
	11	—	—	—	—	—	11
	12	—	—	—	—	—	12

Table 11. Average growth rates (cm. per month) for stanza N+1, within years and regions.

Tabla 11. Tasas de crecimiento promedio (cm. por mes) para el segmento N+1, dentro de los años y regiones.

Region	YEAR				Average within years
	1955	1956	1957	1958	
Región	ANO				Promedio dentro de los años
	1955	1956	1957	1958	
North.	3.2	3.9	3.7	2.9	3.6
Cent.	—	3.5	4.8	4.7	4.3
Inter.	—	—	4.5	0.5	3.4
South.	2.8	3.8	4.1	3.6	3.4
Average within regions Promedio dentro de las regiones	3.1	3.8	3.8	3.2	3.6

COMPOSICION DEL TAMAÑO Y DE LAS CLASES ANUALES DE LA PESCA, EDAD Y CRECIMIENTO DEL ATUN ALETA AMARILLA EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL TROPICAL DURANTE LOS AÑOS 1954-1958

por

Richard C. Hennemuth

RESUMEN

Los datos sobre la composición de tamaños de la pesca durante los años 1954-1958 han sido estudiados con el objeto de determinar la composición de las clases anuales, la edad y el crecimiento del atún aleta amarilla en el Océano Pacífico Oriental Tropical. Las determinaciones directas de la edad de los atunes tropicales no han probado todavía ser de confianza; sin embargo, este análisis ha demostrado que las distribuciones de la frecuencia de las longitudes son adecuadas para determinar la estructura de las clases anuales y de las tasas de crecimiento. La edad absoluta ha sido estimada mediante la comparación de la época promedio de desove con la época en que los grupos de edades comienzan a aparecer en la pesca.

Un mínimo legal de 55 cm. (7.5 lbs.) controla el tamaño al que los grupos de edades entran por primera vez en la pesca; en esta época tienen aproximadamente 12 meses de edad. Sin embargo, la selectividad de la pesca ocasiona una sobreestimación del tamaño modal de los grupos de edades durante los primeros meses en la fase explotada. A la edad de dos años, el atún aleta amarilla alcanza un promedio de 85 cm. (28 lbs.); a los tres años, 123 cm. (84 lbs.) y a los cuatro años, 144 cm. (134 lbs.). Relativamente en la pesca se encuentran pocos peces con más de cuatro años de edad.

La tasa de crecimiento es similar en todas las localidades de pesca del Pacífico Oriental; sin embargo, se nota alguna variabilidad en la época de desove entre las poblaciones que mantienen las pesquerías de las Regiones Norte, Central y Sur, lo que indica algún grado de autonomía.

La tasa de crecimiento del atún aleta amarilla en el Pacífico Oriental es comparable a la del Pacífico Central y Occidental.

RECONOCIMIENTO

El autor desea dejar constancia de su agradecimiento a los propietarios y empleados de las varias plantas enlatadoras de San Diego y San Pedro, California, por su amplia cooperación en sus plantas para la recolección de muestras de la frecuencia de tamaños. Merecen citarse también con gratitud los capitanes y propietarios de los barcos atuneros por la buena voluntad con que suministraron la información acerca de sus pescas.

El autor también se considera obligado con muchos de los miembros del personal de la Comisión Interamericana del Atún Tropical por su ayuda en la recolección de datos sobre la frecuencia de las longitudes, especialmente con los Sres. Craig J. Orange, San Pedro; Robert Umlor, San Diego; James Joseph, Ecuador; y Antonio Landa, Perú. Al Sr. Robert Umlor también debe reconocérsele su excelente labor en la tabulación y cálculo de muchos de los datos usados en este estudio.

INTRODUCCION

El conocimiento de la biología de los atunes es importante para comprender y predecir las reacciones de los stocks a los diversos grados de intensidad de pesca. Esta información constituye una base para determinar la pesca máxima de equilibrio y el nivel del esfuerzo de pesca correspondiente, que es uno de los principales objetivos de la Comisión Interamericana del Atún Tropical.

La tasa de crecimiento es una de las estadísticas de vital importancia que determinan la dinámica de una población. La composición de edades de la pesca refleja los efectos de la explotación, cuando los hay, y proporciona algo de la información requerida para determinar la tasa de reclutamiento y de mortalidad.

Estos importantes aspectos de la biología del atún pueden ser investigados con efectividad mediante la observación de los cambios temporales en la composición de tamaños de las poblaciones según refleja la pesca. Con este fin, en 1954 se inició un programa de muestreo de los desembarques comerciales para obtener estimaciones de la composición de tamaños. Actualmente contamos con una cantidad de datos suficientes para garantizar un buen análisis.

El objeto de este trabajo es presentar los resultados del estudio de los datos sobre la composición de tamaños de la pesca para estimar la edad, la tasa de crecimiento y la composición de las clases anuales del atún aleta amarilla durante los años 1954-1958. La comparación de todos estos datos

entre las áreas dentro de las localidades de pesca del Pacífico Oriental, en relación con la estructura de la población, también será presentada en este trabajo.

En general, se supone intuitivamente que las estimaciones derivadas de los estudios de los datos muestreados son aplicables a una población real. En este estudio, la población muestreada es la parte de la población real sujeta a captura por la pesquería comercial. Como es obvia cierta selectividad de tamaños según los sistemas de pesca, las dos poblaciones no coinciden enteramente. En consecuencia, las estadísticas presentadas aquí son aplicables estrictamente a los peces comercialmente disponibles, pero en algunos casos pueden constituir estimaciones suficientes de los parámetros de la población real.

METODOS DE RECOLECCION

La recolección de muestras de la frecuencia de las longitudes en los desembarques comerciales en San Diego fué comenzada por la Comisión del Atún en julio de 1954. En diciembre de este mismo año, con la cooperación del California State Fisheries Laboratory, el muestreo fué ampliado incluyéndose los desembarques en San Pedro; en octubre de 1956 también se incluyeron en el programa de muestreo los desembarques locales peruanos y, finalmente, a partir de noviembre de 1958, se muestrearon asimismo los desembarques locales en el Ecuador.

Una descripción detallada y el análisis de los métodos de muestreo ha sido publicada (Hennemuth, 1957). En el presente trabajo se repasan brevemente los aspectos de mayor importancia de aquel estudio para beneficio del lector.

Estratificación de las poblaciones

Las localidades de pesca del Pacífico Oriental fueron divididas en 14 áreas geográficas para los efectos del muestreo (Figura 1). Estas áreas se formaron basándose en la distribución de la pesca total correspondiente a los años 1951 a 1953, la cual parecía estar característicamente concentrada dentro de ciertas áreas de las localidades de pesca en forma bastante consistente (ver Alverson, 1959). Cada área de muestreo comprende una o más de estas localidades en donde la pesca tiende a estar concentrada. La pesca dentro de cada una de estas áreas fué dividida en intervalos mensuales. Las divisiones mensuales y geográficas de la pesca, juntas, forman los estratos básicos del muestreo.

Procedimientos para el muestreo

Cada embarcación tiene varias bodegas en donde se conserva el

pescado en salmuera o hielo; inmediatamente después de obtenida la pesca, ésta se coloca en dichas bodegas y se mantiene congelada hasta el desembarque. Tales bodegas fueron seleccionadas como las unidades primarias del muestreo. La fecha y el área en que se efectúa la pesca son registradas diariamente por el capitán o el maquinista, conforme se van llenando las bodegas durante el viaje, por lo que esta información generalmente está disponible en el momento de descargar el barco. Las bodegas que contenían pescados capturados en más de un estrato de tiempo y área no fueron muestreadas frecuentemente sino cuando la necesidad lo imponía, y únicamente se hizo cuando por lo menos el 90 por ciento del tonelaje de tales unidades correspondía a un solo estrato.

Como no era posible predecir con exactitud ni la fecha de llegada a puerto ni el número de barcos con peces capturados dentro de un solo estrato, las unidades objeto de muestreo no pudieron ser eficientemente preseleccionadas en una forma esquemática. Asimismo, como las unidades contienen hasta 40 toneladas, o sea varios millares de peces, para un muestreo eficiente (ver más adelante) sólo se requería medir una fracción muy pequeña de los pescados. En consecuencia, las unidades fueron divididas en porciones; así podía muestrearse la parte superior, o la parte media, etc., de cada porción.

Como no era posible el control estadístico en la selección de las unidades y porciones de unidades para el muestreo de modo que cada estrato tuviera su representación, se acudió al procedimiento de la selección al azar, muestreando las unidades y porciones según el tiempo y la oportunidad lo permitían. Aunque la selección no era estrictamente al azar, por lo menos no dependía en ninguna forma del tamaño de los peces contenidos en las unidades. El muestreo de cada estrato se realizó independientemente.

Los pescados fueron seleccionados individualmente de cada porción de las unidades para su medición tanto por el procedimiento de muestreo sistemático como por el de coger simplemente los ejemplares al azar; ambos procedimientos parecen ofrecer estimaciones equivalentes y sin "bias" sobre el tamaño de los pescados dentro de cada unidad.

De aquí en adelante, las medidas de los pescados así obtenidas de cada unidad se denominarán simplemente "una muestra", aunque en realidad constituyen "una submuestra de tercer rango" de la población.

El examen de los datos de 1954-1955 indicó que el esquema óptimo de muestreo requería 50 ejemplares por muestra; el número requerido de muestras por estrato varió de 3 a 13, dependiendo de la especie y tipo de la distribución de la frecuencia de las longitudes encontrados; por ejemplo, unimodal o multimodal. Estos requerimientos fueron introducidos a fines de 1956.

El número de muestras recolectadas por estrato de mes-área no mantiene estricta relación con la cantidad de pesca en el estrato; pero, en general, en donde se recogieron menos de tres muestras, la pesca fué nula o en cantidades demasiado pequeñas para proporcionar un número suficiente de unidades no mezcladas para el muestreo.

Clasificación de los sistemas de pesca

Los pescadores comerciales dedicados a la pesquería de atunes aleta amarilla y barrilete en el Pacífico Oriental emplean dos tipos de artes de pesca: caña y anzuelo (con el auxilio de carnada viva) y redes de encierre. Las embarcaciones que usan cada uno de estos artes de pesca son fácilmente distinguibles. Los procedimientos de muestreo fueron similares para la pesca con ambos sistemas, pero las muestras se trataron separadamente con propósitos comparativos (ver página 90).

METODOS DE ANALISIS

Estimación mensual de la composición de tamaños

Las medidas de cada muestra fueron agrupadas en intervalos de clase de 20 mm.; el intervalo inicial fué 400-419, inclusive, y siguió 420-439, 440-459, etc.; los puntos medios son 410, 430, 450, etc., respectivamente. Todas las muestras dentro de un estrato de mes-área fueron combinadas para obtener las frecuencias mensuales de las longitudes; éstas aparecen en la Tabla 1, por área y sistema de pesca empleado, junto con el número de peces y el número de muestras, para los años 1954-1958.

Las cantidades de peces por muestra se han mantenido constantes después de octubre de 1956, pero antes de este mes las cantidades por muestra variaban ampliamente (aproximadamente de 30 a 250, principalmente porque originalmente el número deseado se fijó en 150, antes del análisis de los métodos de muestreo descritos anteriormente, y las condiciones del desembarque no permitían que esta elevada cantidad fuera medida en una forma constante). En el procedimiento de estimación delineado anteriormente, los pesos de las muestras fueron proporcionales a los números por muestra. De este modo, las primeras muestras fueron ponderadas en forma variada y las últimas en forma igualada. El análisis de las muestras de los datos correspondientes a 1955 (Tabla 2), seleccionadas al azar, solamente muestra una relación muy pobre entre el tamaño de la unidad y los números por muestra ($r = .32$, $P > .05$) y ninguna covariancia observable entre la longitud media de los pescados y el tamaño de la unidad o entre la longitud media de los pescados y los números por muestra (Figura 2, secciones C, B. y A, respectivamente). En esta forma, aún cuando los procedimientos de ponderación fueron

diferentes, las dos series de datos tenían que conducir a estimaciones equivalentes.

Las frecuencias resultantes en números por intervalo fueron convertidas a frecuencias de porcentaje, f_i, dentro de cada estrato. Como f_i puede ser tomado para representar la probabilidad de ocurrencia de peces en el intervalo de clase "imo" en la pesca, cada estrato es representado por lo que puede llamarse una distribución de frecuencia de las longitudes, a pesar de que se desconoce la función de la frecuencia que genera esta distribución.

El valor numérico de la longitud modal de los grupos de tamaños usado aquí es el límite más bajo del intervalo de clase de frecuencia máxima. Por ejemplo, una longitud modal de, digamos, 500 indica que el máximo ocurrió en el intervalo 500-519. El error de 10 mm. (el punto medio sería 510) introducido por este procedimiento no es de consecuencia en ninguna de las siguientes estimaciones y comparaciones de las tasas de crecimiento, ya que son relativas a la misma base, pero las longitudes modales absolutas deberían ser aumentadas en un centímetro para ser exactos.

Identificación de la clase anual, edad y crecimiento

La determinación directa de la edad, por ejemplo por el análisis de las marcas en las escamas, vértebras y otras partes duras, no ha demostrado ser eficaz para los atunes tropicales o para la albacora (*T. germo*) (Hayashi, 1957; Otsu y Ushida, 1959). Sin embargo, bajo ciertas circunstancias, el análisis de las distribuciones de la frecuencia de las longitudes en sí puede proporcionar las estimaciones necesarias. Este método ha sido usado con muy buenos resultados en muchas especies de peces, incluyendo el atún aleta amarilla (Moore, 1951; Iversen, 1956; Yabuta y Yukinawa, 1957).

Las frecuencias mensuales de las longitudes, en la mayoría de los casos están compuestas de uno o más grupos sucesivos de tamaños bien definidos. A la tendencia central de los grupos de tamaños se le dió énfasis por medio de la suavización del porcentaje de las frecuencias de las longitudes con un promedio movible de tres intervalos, ponderando dos veces el intervalo central. Los máximos de las frecuencias suavizadas fueron seleccionados para representar las longitudes modales de los componentes de los grupos de tamaños sujetos a las siguientes exclusiones: (1) Los máximos de una frecuencia de menos de uno por ciento no fueron considerados significantes y por lo tanto se ignoraron; (2) Cuando dos máximos estaban separados por menos de cuatro intervalos de clase no se consideraron como determinantes de distintos grupos de tamaños y, de los dos, el de frecuencia mayor fué escogido para representar el tamaño modal del grupo. Esta última condición está basada en los intervalos de

confianza computados para las medias de los grupos de tamaños en las distribuciones multimodales (Tabla 3). Con tres muestras, el 95 por ciento de los límites de confianza es 106 mm., o sea, alrededor de ± 5 intervalos de clase; (3) La más bien enorme variación que se esperaba con solamente una muestra por estrato condujo a la exclusión de tales muestras.

Los intervalos a que ocurrieron los máximos de significación se indican con letra negrilla en la Tabla 1. Nótese que los máximos obtenidos de los datos suavizados no coinciden necesariamente con los máximos de las correspondientes frecuencias no suavizadas, pero no han sido desplazados por más de uno o de dos intervalos.

El análisis prosigue suponiendo que estos grupos de tamaños representan los grupos de edades de los peces; por ejemplo, los peces que, en promedio, han nacido dentro de un limitado período. En general, este período debe ser corto en relación al tiempo entre la formación de sucesivos grupos de edades, para que se formen distintos grupos de tamaños y mantengan su entidad. Es entonces cuando la edad de los peces en estos grupos de tamaños debe ser determinada.

La situación más simple, y la más común tratándose de peces, es cuando los grupos de edades se forman solamente una vez cada año. Siendo este el caso, las longitudes modales de los grupos de edades graficadas contra el mes de captura deberían formar series anuales mostrando las curvas de crecimiento de las clases anuales en las que (1) la longitud modal aumenta en una forma regular con el tiempo (llamada progresión modal), (2) hay buena concordancia en la longitud de los peces en el mismo grupo relativo de edad en diferentes años, (3) hay concordancia, generalmente, en el crecimiento bueno o pobre de diferentes clases anuales en los mismos años y (4) la abundancia o escasez de las clases anuales persiste en los meses y años sucesivos. Estos son algunos conceptos básicos sobre las clases anuales (ver por ejemplo Hile, 1941).

Sin embargo, este modelo más bien ideal puede ser alterado por continuos o múltiples períodos de desove cada año, o cuando hay una mezcla de poblaciones con diferentes características en el desove y en el crecimiento. Pero aún pueden formarse grupos definidos de tamaños por las variaciones periódicas en la supervivencia dentro de una población que desova en forma continua; sin embargo, la edad de los grupos de tamaños puede ser entonces difícil o imposible de determinar.

No tenemos evidencia *a priori* de que los grupos de edades se formen una vez anualmente en las poblaciones de atún; sin embargo, el método para abordar esta cuestión ha sido el de examinar los datos en la forma dicha y depender de una concordancia *a posteriori* con conceptos de las clases anuales como una medida de validez.

Una vez que las clases anuales han sido identificadas se procede inmediatamente a la estimación de la tasa de crecimiento mediante la consideración de las longitudes modales de cada mes como funciones del tiempo, de las cuales se han usado dos, según se describe en las siguientes páginas.

COMPARACION ENTRE LOS DATOS DE LOS BARCOS DE CARNADA Y DE LOS REDEROS

Durante los años bajo estudio, la flota de barcos rederos descargó una parte menor de la pesca del Pacífico Oriental. Este informe, en consecuencia, está basado casi enteramente en las muestras de las pescas de los barcos de carnada. Sin embargo, hay algunos meses y áreas en que las muestras de las pescas de los rederos constituyen un suplemento de utilidad; en el Area 08 las muestras de los barcos rederos solamente proporcionan suficientes datos de la composición de tamaños para el análisis.

No obstante, antes de utilizar ambas clases de datos parece prudente efectuar alguna investigación sobre la posibilidad de que los dos sistemas de pesca ejerzan una diferente selectividad en lo relativo a tamaños. Está en preparación un detallado estudio comparativo de la selectividad de ambos sistemas. Sin embargo, para los propósitos del presente estudio es suficiente ilustrar (Figura 3) que las longitudes modales y el tiempo de la aparición de los grupos de tamaños es similar en las capturas de ambos tipos de artes de pesca dentro del Area 02, la cual tiene los datos más adecuados para esta comparación. En la Figura 3, los símbolos rellenos representan las longitudes modales de los grupos de edades del principal componente de los tamaños; los símbolos abiertos representan las longitudes modales de los grupos de tamaños de un componente secundario de los tamaños (ver página 92). El tamaño mínimo de la primera entrada en la pesca de los barcos rederos es unos 10 cm. más grande que el tamaño mínimo en las pescas de los barcos de carnada; sin embargo, esta diferencia no es importante en el siguiente análisis. En consecuencia, los datos de las pescas de los barcos rederos han sido usados para estimar la composición de tamaños en el Area 08 y para suplementar los datos de las capturas de los barcos de carnada en la sección que trata de las curvas teóricas del crecimiento.

RESULTADOS

El análisis original se hizo independientemente para cada área de muestreo; sin embargo, posteriormente se encontró que algunas de estas áreas era uniformes en la composición y crecimiento de las clases anuales y, en consecuencia, los datos fueron agrupados en regiones. Como una

medida expeditiva y de conveniencia, la presentación de los resultados para las áreas ha sido combinada dentro de estas regiones.

Región Norte

La Región Norte está compuesta de cinco áreas (01, 02, 03, 04 y 08; ver la Figura 1). Estas incluyen las localidades de pesca frente a la costa de México, dentro del Golfo de California y mar adentro alrededor de las Islas Revillagigedo.

Composición de los tamaños y de las clases anuales de la pesca Dentro de las áreas

Las composiciones estimadas de los tamaños de las pescas mensuales, ilustradas por las frecuencias suavizadas de las longitudes, se presentan en las Figuras 4, 5, 6, 7 y 8 para las Areas 01 a 04 y 08, respectivamente, para los años 1955 a 1958[1].

La pesca comercial está compuesta de peces de 50-150 cm. de longitud total (6 a 140 lbs.), pero la mayoría miden menos de un metro. El límite más bajo está controlado por una longitud legal mínima de 55 cm. (7.5 lbs.). La selectividad del sistema de pesca con caña y anzuelo parece ser de poca consecuencia a este tamaño.

Las pescas mensuales pueden ser resueltas, en su mayor parte, en bien definidos grupos sucesivos de tamaños. Para identificar las clases anuales, las longitudes modales correspondientes a esos grupos de tamaños fueron graficadas contra el mes y el año de captura (Figura 9) para las Areas 01-04. Este tipo de gráfico ha sido omitido para los datos del Area 08 porque la restringida estación de pesca resultó en una serie de tiempo demasiado discontinua para permitir un análisis independiente; sin embargo, estos datos serán presentados más adelante con propósitos comparativos.

Dentro de cada área, las longitudes modales que representan los grupos predominantes de tamaños en la pesca forman series sucesivas, dentro de las cuales con el tiempo hay un aumento regular en la longitud (círculos rellenos en la Figura 9). Estas "series modales," que se cree representan las curvas de crecimiento de sucesivas clases anuales, están indicadas por su año de entrada en la pesca, real o supuesto (en la serie X54) y señaladas con una X para evitar confusión al ser posteriormente identificadas por el año de origen.

La serie "X" de los modos ha sido superpuesta en el tiempo dentro

[1] Las muestras recolectadas de la pesca durante 1954 fueron insuficientes para ser de valor en el análisis correspondiente a la Región Norte.

de las áreas (Figura 10) para ilustrar la naturaleza anual de su sucesión. El tiempo y la correspondiente longitud modal a que los grupos iniciales de tamaños de cada serie entran por primera vez en la pesca es uniforme de un año a otro; es decir, cualquier variabilidad en el tiempo está acompañada por el correspondiente cambio en la longitud (Figura 11). En general, de un año a otro hay buena concordancia entre la longitud y el tiempo de aparición en toda la amplitud de las longitudes.

Una aparente excepción en esta uniformidad es los grupos de tamaños dentro de la serie X57, de enero a julio de 1958, en el Area 01. Durante este período, la tasa de aumento de la longitud modal está retardada en comparación con otros años. Esta anomalía de la serie X57 aparece también en otras áreas, aún cuando en grado menor. La progresión de estos grupos de tamaños en los meses siguientes es comparable a la de otros años y no parece haber el correspondiente retardo en la tasa de aumento de la longitud de los grupos de tamaños en la serie X56 durante el mismo período. Esto indica que un cambio real puede no estar implicado en la tasa de crecimiento. Debe hacerse notar que el esfuerzo de pesca y las temperaturas del agua fueron anormalmente altas en el Area 01 durante este mismo período. La intensidad de la pesca puede haber sido lo suficientemente fuerte como para aprovechar los grupos de tamaños casi tan rápidamente como iban siendo susceptibles de captura. Como los peces más grandes, que posiblemente crecen con más rápidez, entran primero en la pesquería, una intensa cosecha podría producir una aparente demora en la tasa de crecimiento. Una vez que el grupo entero se hace susceptible a la pesca, todos los componentes presumiblemente se tornan por igual disponibles, y la tasa aparente de crecimiento reasume su patrón normal.

No obstante, la "serie modal" descrita anteriormente reune los atributos requeridos de las clases anuales y de aquí en adelante se asume que así sea. En consecuencia, los grupos de tamaños pueden ser considerados grupos de edades, cuya edad en meses, por lo menos en la relación entre sí, puede ser fácilmente determinada.

Estos grupos de edades constituyen alrededor del 75 por ciento de la pesca, o más en algunos casos. Hay otros grupos de tamaños que se presentan esporádicamente en la pesca; estos grupos de tamaños y sus correspondientes tamaños modales (símbolos abiertos en la Figura 9 y también en la Figura 3) han sido señalados con la anteposición de la letra "Y" a los dígitos que representan las clases anuales anteriores. De este modo Y54 se refiere a aquellos grupos de tamaños que se presentan en la serie modal correspondiente a las clases anuales X54 y X55, etc.

Este componente secundario de tamaños aparece esporádicamente de un año a otro dentro de las Areas 01 y 02, se presenta solamente como una serie sola, la Y55, en el Area 03 y no se hace evidente en el Area 04.

Algunos de estos grupos de tamaños pueden ser producto de caprichos del muestreo; otros posiblemente se han formado con peces de crecimiento más rápido de la subsiguiente clase anual. Algunos, sin embargo, persisten más allá del tiempo en que la clase anual subsiguiente entra en la pesca y esto no podría esperarse si los grupos fueran simplemente el resultado de una pesca selectiva. Los grupos esporádicos de tamaños aparentemente no alcanzan una longitud mayor de 100 cm.; sin embargo, en general son de menor abundancia relativa que el componente primario del grupo de edad y pueden estar presentes, aunque no discernibles, cuando alcanzan mayores tamaños. En algunos casos, estos grupos de edades parecen representar un componente secundario real y diferente. En verdad, parece haber una repetición anual bastante precisa de los grupos de tamaños del componente Y (Figura 12) en las Areas 01 y 02 y, en promedio, estos grupos son desplazados de la serie X alrededor de seis meses. Este componente puede resultar de un segundo período anual de desove, una tasa variante de supervivencia dentro del período de desove, o puede representar el elemento migratorio de una población que desova en una época diferente. Como estos grupos constituyen una parte menor de la pesca y presentan datos insuficientes para un análisis completo, por el momento no los vamos a considerar.

Entre áreas

La comparación entre áreas de las curvas de crecimiento de las correspondientes clases anuales (Figura 13) indica que las longitudes modales de los grupos de edades de la misma clase anual, para el mismo mes, son similares en todas las áreas. En realidad se observa más variación entre las clases anuales dentro de las áreas que entre las áreas dentro de las clases anuales. En otras palabras, las variaciones de una clase anual a otra en la longitud de los grupos de edades, en épocas similares de pesca, observadas en la Figura 9, han ocurrido aparentemente de modo simultáneo en las cuatro áreas.

La comparación de la composición de tamaños de la pesca en el Area 08 con la de otras áreas indica que en 1955, 1956 y 1957 los grupos predominantes de tamaños corresponden en longitud modal con los grupos de edades que componen las clases anuales en la pesca de las otras cuatro áreas, en el mismo período (Figura 13). También hay grupos de tamaños que corresponden al componente Y, a pesar de que una vez más son un componente menor de la pesca en estos tres años. Los grupos predominantes de tamaños que entran en la pesca en 1958 en el Area 08 no se ajustan, sin embargo, a este patrón. Aún cuando tienen la misma longitud a la entrada como los grupos de tamaños en la pesca de años anteriores, no concuerdan con ninguno de los grupos de tamaños encontrados en las Areas 01 a 04 en esta época. En mayo y junio entran en la pesca del Area 08 grupos de menor tamaño, los que corresponden más ajustada-

mente con los grupos de edades en otras áreas (véase también la Figura 8). Los datos de la Región Norte por sí sola no sugieren una explicación de este fenómeno. Sin embargo, aparentemente los grupos predominantes de tamaños de los peces en el Area 08 no tenían relación con los grupos predominantes de tamaños de los peces en otras áreas septentrionales.

Con esta última excepción, la similitud de las curvas de crecimiento indica que los stocks de peces de estas cinco áreas septentrionales tienen una íntima relación entre sí.

La época, y la longitud modal correspondiente, en que los grupos iniciales de edad de las clases anuales aparecen en la pesca son, sin embargo, diferentes en las cinco áreas. Estos grupos entran primero en las Areas 01 y 03, luego en las Areas 02 y 04 y, por último, en el Area 08 (Figura 11). Esto tiene relación con la estación del año en que se pesca en estas áreas. Basándose en el promedio de la pesca en los años 1952-1955, las estaciones de pesca pueden distribuirse, para cada área, del modo siguiente: Area 01, junio-diciembre; Area 02, noviembre-julio; Area 03, noviembre-julio; Area 04, enero-mayo; Area 08, marzo-junio. A todos estos períodos les corresponde, por lo menos, el 90 por ciento de la pesca anual y a los meses fuera de estación menos del 5 por ciento de la pesca anual[1]. La pesca en el Area 04 está compuesta principalmente de grupos de edades cuya amplitud de longitud modal varía entre 65 a 85 cm. y en el Area 08 de 70 a 90 centímetros. La distribución estacional de las pescas dentro de estas dos áreas, juntamente con el hecho de que las longitudes modales de los grupos de edades coinciden con las de otras áreas, sugiere la posibilidad de una migración estacional de los peces entre estas áreas, particularmente al sur hacia el Area 04 durante el primer trimestre del año y hacia el Golfo de California (Area 08) durante el segundo trimestre del año; estos dos períodos representan la época normal "fuera de estación" en el Area 01.

La pesca en el Area 02 es menos afectada por las variaciones estacionales y está compuesta de una mayor proporción de peces más grandes y de mayor edad que en otras áreas. Esto tiene algún interés si se considera el ambiente insular, estrictamente pelágico, en contraste con el ambiente más costero de las otras cuatro áreas.

Crecimiento

Las longitudes modales mensuales de los grupos de edades del componente primario aparecen en la Tabla 4 por áreas, clases anuales y mes de captura. Para fines comparativos y como medida estadística empírica del crecimiento, cada una de las curvas de las clases anuales fué segmen-

[1] Datos sin publicar compilados de las estadísticas de la Comisión del Atún.

tada por año calendario y las longitudes modales mensuales de los grupos de edades dentro de cada año fueron ajustadas por regresiones lineares. La gradiente y la longitud calculada de medio año se tomaron para representar los parámetros pertinentes de la tasa de crecimiento y la longitud promedio. El año calendario de reclutamiento ha sido denominado segmento N, el segundo año calendario (primer año calendario completo en la pesquería) se indica como segmento N+1, etc. En la Tabla 5, la tasa estimada del crecimiento y el cálculo de la longitud de medio año han sido resumidos por años de crecimiento, segmentos y áreas. Los valores consecutivos de la misma clase anual están dispuestos diagonalmente en la tabla.

Sería deseable ahora tener una medida estadística de la variación de los correspondientes grupos de edades entre las áreas y años observados previamente. Estos datos están organizados dentro de una clasificación a base de dos factores, áreas y años, dentro de los segmentos de crecimiento. Las celdillas individuales representan una regresión basada en números de observaciones que varían y en algunas de estas celdillas faltan por completo los datos o aparecen observaciones demasiado escasas como para considerarlas valiosas. Bajo estas circunstancias, no sería práctico un análisis de factores sobre variancia y probablemente no sería válido. En consecuencia se han utilizado dos análisis de una sola clasificación de la covariancia entre los años y dentro de las áreas y entre las áreas dentro de los años, con el objeto de probar la significación de la variación de la tasa de crecimiento y de la longitud media ajustada entre años y áreas. Teniendo por sentado que no hay interacción de "area por año", estas pruebas son equivalentes al análisis factorial aunque menos eficientes.

Solamente una diferencia significante en la tasa de crecimiento (Area 04, segmento N+1, en donde sólo se obtuvieron observaciones de los primeros seis meses en tres de los años), pero varias diferencias significantes y consistentes en la longitud media ajustada[1], se encontró entre los años dentro de las áreas por cada segmento de crecimiento (estas diferencias significantes, $P \leqq .05$, han sido indicadas por un asterisco en la Tabla 5).

Ninguna diferencia de significación en la tasa de crecimiento, y solamente dos diferencias significantes en las medias ajustadas, se encontraron entre las áreas dentro de los años (estas diferencias significantes, $P \leqq .05$, están indicadas con dos asteriscos en las líneas inferiores de la Tabla 5).

Combinando las estimaciones de todos los segmentos, las estimaciones de la variación en las tasas de crecimiento y en las medias ajustadas entre

[1] Se asume que estas pruebas son aplicables a las longitudes calculadas de medio año que aparecen en la Tabla 5.

las áreas dentro de los años son 418 (34 g.l., no significante) y 981 (34 g.l., no significante), respectivamente. Las correspondientes estimaciones entre los años dentro de las áreas son 384 (30 g.l., no significante) y 4238 (30 g.l., significante). Las razones F 418/384 = 1.09 ($P > .05$) y 4238/981 = 4.32 ($P < .01$) indican que la variación en la tasa de crecimiento entre las áreas y entre los años es la misma, pero que la variación en la longitud media es significativamente mayor entre los años que entre las áreas. Esto confirma las observaciones anteriores basadas en el examen de las curvas de crecimiento.

En consecuencia, las longitudes modales mensuales de cada año fueron promediadas entre todas las áreas para obtener las tasas de crecimiento promedio y de las longitudes calculadas de medio año (línea inferior de la Tabla 5 y Figura 14). Las tasas de crecimiento para el segmento N (1.3 a 2.5 cm. por mes, valor promedio = 1.8) obviamente tienen un "bias" a causa del reclutamiento incompleto en esta época. La tasa de crecimiento de 1.3 cm. por mes para el segmento N+3 se basa, tal vez, en que muy pocos datos son dignos de confianza. Para los segmentos N+1 y N+2, las tasas de crecimiento (2.9 a 3.8, promedio = 3.6 cm. por mes; y 1.4 a 2.5, promedio = 2.0 cm. por mes, respectivamente) pueden ser aproximaciones razonables a la verdadera tasa de crecimiento. El mismo razonamiento se aplica, por supuesto, a las longitudes calculadas de medio año cuyos promedios son 53.9, 82.1, 123.6 y 140.5 cm. para los segmentos N, N+1, N+2 y N+3, respectivamente.

Región Central

El Area 05 ha sido designada como la Región Central e incluye las localidades de pesca frente a la costa de Centroamérica; como su nombre lo indica, ocupa una zona central dentro de los límites de la pesquería del Pacífico Oriental y abarca la climatología ecuatorial del Océano Pacífico.

Composición de los tamaños y de las clases anuales de la pesca

Las composiciones estimadas de los tamaños de la pesca mensual que aparecen en la Figura 15 están representadas por porcentajes suavizados de las frecuencias de tamaños. En 1954, 1955 y 1956, la pesca estuvo constituída casi exclusivamente por peces de 50 a 100 cm. de longitud total y en 1957 y 1958 solamente unos pocos grupos de tamaños diferentes superaron la longitud modal de un metro. La ausencia de datos en algunos meses del último trimestre de los años 1955-57 y durante todo el segundo semestre de 1958 refleja que no hubo actividad pesquera en estos períodos.

La pesca de cada mes está compuesta generalmente de uno, dos o tres diferentes grupos de tamaños cuyas longitudes modales han sido graficadas contra el mes y el año de captura (Figura 16). Las longitudes modales

forman muchas series cortas (los tamaños modales están unidos por líneas sólidas) cuyo patrón de aparición al principio parece ser muy irregular. Sin embargo, un examen más detenido revela alguna consistencia. Un grupo de peces de diferente tamaño entra en la pesca cada año en abril, mayo o junio, con una longitud modal de 52 a 58 centímetros. Sin embargo, otro grupo de tamaños igualmente distinto entra en la pesca en octubre de 1954 con 50 cm.; en diciembre de 1955 con 56 cm., y en enero de 1958 con 62 cm., formando aparentemente un segundo componente anual. En ambos casos, estos grupos entrantes de tamaños pueden ser fácilmente seguidos a través de la pesca en los meses siguientes y las mayores longitudes modales forman diversas series diferentes, pero las dos fases aparentemente se separan cuando las longitudes modales alcanzan alrededor de 70 centímetros. Las líneas de guiones que unen las series modales más grandes con las series modales entrantes representan (para el autor, por lo menos) la interpretación más obvia de la posible composición de las clases anuales. Nótese como los grupos de tamaños desde mayo a septiembre de 1957, con una longitud modal de 76 a 94 cm., los cuales no han sido tomados en cuenta en esta interpretación, son generalmente de menor frecuencia y no están definidos con claridad. Las series modales que comienzan en abril de 1956 con una longitud de 88 cm. no han sido asociadas con ninguna otra, ya que no existe ninguna relación obvia. Las series modales restantes han sido identificadas por el año de entrada con la anteposición de una "X" en aquellas que entran en la pesca en el segundo trimestre, y de una "Y" en aquellas que entran en la pesca cuando está más avanzado el año. Las longitudes modales de estas series aparecen en la Tabla 6.

Al superponer las series que entran en años sucesivos (Figura 17), éstas toman un aspecto de sucesión anual y las series X particularmente parecen representar las curvas de crecimiento de sucesivas clases anuales. Las series Y están así mismo bien correlacionadas en tiempo y longitud en su presentación de un año a otro, pero están representadas a lo sumo por ocho meses después de su primera aparición en la pesca. No se nota en ellas la tendencia a fusionarse con las series X, por lo tanto no han sido formadas para representar componentes de las clases anuales siguientes, prematuramente producidas como diferentes grupos de tamaños por la pesca selectiva. En este momento no podemos ofrecer una explicación firme de su presencia, pero podrían resultar de un desove bimodal o período de supervivencia, o representar migraciones de otra población. Sin embargo, debe darse énfasis a que es posible otras interpretaciones de los datos y, claro está, éstos no ofrecen evidencia explícita de que alguna de las series representa a las verdaderas clases anuales.

Crecimiento

Las tasas de crecimiento han sido de nuevo computadas por relaciones

lineares de longitud y tiempo dentro de cada año calendario; al año calendario de reclutamiento se le ha llamado "segmento de crecimiento N" y al año siguiente "segmento de crecimiento N+1". Nótese sin embargo que, con respecto a las series Y, el segmento de crecimiento correspondiente a N es el período octubre-mayo en vez del año calendario. La tasa de crecimiento es estimada nuevamente por la gradiente de la línea (cm. por mes); la longitud promedio es la longitud modal calculada de medio año (correspondiente a fines de enero para las series Y). Estas estadísticas se encuentran en la Tabla 7 por año de crecimiento; las clases anuales se leen diagonalmente. El análisis de covariancia indica diferencias significantes ($P < .05$, indicadas por un asterisco en la Tabla 7) entre los años en las longitudes medias ajustadas para el segmento N, series X, y en las tasas de crecimiento para el segmento N, series Y. Los grupos de edades quedan probablemente reclutados en su totalidad por la mayor parte del segundo año (N+1) en la pesquería, y la tasa de crecimiento de 3.8 cm. por mes y la longitud promedio de 83.4 cm. pueden de esta manera aproximarse al crecimiento real en esta área durante este período de vida.

Región Sur

La Región Sur comprende todas las localidades de pesca al sur de los 5° N. de latitud y ha sido dividida en cuatro áreas de muestreo (ver Figura 1). El Area 06 abarca las localidades costeras de pesca de los 5° S. a los 5° N.; sin embargo, la pesca y, consecuentemente, las muestras de las frecuencias de tamaños, provienen principalmente del banco y del cerro submarino adyacentes al Golfo de Guayaquil. Las aguas que rodean las Islas Galápagos forman la segunda área dentro de la Región Sur (07) y se encuentran aproximadamente a 500 millas de la costa. Las pescas en el área tercera (13) se hacen en su mayor parte dentro de 60 millas de un bajo conocido como "el lugar de las 14 brazas", que está localizado en los 9° S. y 80° W. Los barcos pescaban inicialmente en esta área en 1953, pero no volvieron a hacerlo hasta 1957. Las localidades de pesca frente al norte de Chile (Area 14) representan la extensión más meridional de la pesquería. Las muestras fueron recolectadas de las pescas de diciembre de 1957 y de noviembre y diciembre de 1958, únicos meses en que se hicieron pescas de significación allí.

Composición de los tamaños y de las clases anuales de la pesca Dentro de las áreas

La composición de los tamaños de las pescas mensuales en las Areas 06, 07 y 13, para los años 1954 a 1958 se ilustra en la Figura 18 por medio de la frecuencia suavizada de las longitudes. En la Figura 19 aparecen los datos de los tres meses correspondientes al Area 14. La pesca está compuesta por grupos definidos de tamaños; casi todos son de menos de un metro de longitud modal. Con anterioridad a 1957, los datos sobre

la frecuencia de las longitudes de las Areas 06 y 07 proporcionan una serie de tiempo bastante discontinua para el análisis debido a los frecuentes meses en que solamente se obtuvo una única muestra.

Las longitudes modales de los grupos de tamaños han sido graficadas contra los meses de captura (Figura 20). Las series modales representadas por círculos rellenos fueron interpretadas como representativas de las curvas de crecimiento de sucesivas clases anuales y han sido anotadas como en análisis anteriores. La serie X56, que está bien definida en el Area 06, no se hace evidente en la pesca del Area 07 excepto en tres meses a partir de julio de 1956; y las series modales identificadas como X54 y X55 no están bien representadas durante su segundo año en la pesquería. En ambos casos, esto refleja la discontinuidad temporal en la pesca y en el muestreo.

Los círculos abiertos en la Figura 20 indican grupos adicionales de tamaños que son generalmente de menor frecuencia y que se cree son superfluos excepto en dos casos. En el Area 06, y en menor extensión en otras áreas, en julio, agosto y septiembre de 1957 se presentan grupos de tamaños bien definidos con una longitud modal de 100 a 106 centímetros. Durante el segundo semestre de 1958, solamente se obtuvieron datos adecuados sobre la composición de tamaños de las pescas del Area 06, en donde la serie X58 parece disiparse y es reemplazada por una serie menor de grupos de tamaños que entran en la pesca en septiembre con una longitud modal de 59 centímetros. Estas dos cortas series de grupos de tamaños parecen reales pero se estima que no tienen relación alguna con el patrón principal de los grupos de tamaños.

Los sucesivos modos de la serie X, superpuestos en tiempo dentro de cada área (Figura 21) exhiben una variación considerable de un año a otro en la época de su aparición y en su correspondiente tamaño modal. La progresión regular y la repetición temporal más exacta de las longitudes modales de las series X56 y X57 son una fuerte indicación de que éstas representan, tal vez, clases anuales; y la desviación de las series X54 y X55 es, quizás, debida a la falta de datos suficientes o a la variación de un año a otro en el desove o en el reclutamiento. Sin embargo, la inconsistencia de las cuatro series sugiere que no todas ellas representan clases anuales sucesivas e interrelacionadas.

Es difícil establecer el tiempo exacto en que se opera el reclutamiento a causa de la discontinuidad temporal de los datos. En general, los grupos iniciales de edad de las clases anuales X56, X57 y X58, entran en la pesca durante los primeros meses del año calendario, con un tamaño modal de 50 a 54 centímetros. Las clases anuales X54 y X55 parecen haber sido reclutadas posteriormente en el año.

El más o menos largo período, hasta 12 meses, durante el cual el crecimiento aparente es poco o insignificante, indica un extendido período de reclutamiento o de desove de las poblaciones que mantienen la pesca en estas aguas.

Entre áreas

Las longitudes modales de los grupos de tamaños en las cuatro áreas han sido superpuestas en la Figura 22 para comparaciones entre áreas; la Figura 18 es también útil para este propósito. La aparición de grupos de edades dentro de las sucesivas clases anuales demuestra un alto grado de consistencia entre áreas, a pesar de la variante discontinuidad temporal. Nótese especialmente la similitud de la clase anual X57 que está representada en todas las áreas durante un período relativamente largo, y nótese que los pocos puntos correspondientes a los datos del Area 14 caen muy cerca de las áreas restantes.

Parece haber poca evidencia de autonomía entre los stocks de las cuatro áreas, hasta donde concierne a la composición de tamaños de la pesca.

Crecimiento

Las longitudes modales mensuales de cada una de las cuatro clases anuales figuran por áreas en la Tabla 8. Hay suficientes datos para permitir comparaciones estadísticas entre las sucesivas clases anuales dentro de las áreas, pero las comparaciones visuales que se han hecho previamente han indicado que esta variación es grande comparada con la que existe entre áreas. Para los fines de la estimación del crecimiento, los datos para todas las áreas han sido combinados por clases anuales y se ha ajustado la regresión linear usual dentro de cada año calendario.

Las estimaciones de la tasa de crecimiento y los cálculos de la longitud de medio año han sido resumidos por años de crecimiento en la Tabla 9; las clases anuales se leen diagonalmente. Las curvas se han delineado en la Figura 23.

El análisis de covariancia indica que las tasas de crecimiento no son significativamente diferentes entre los años dentro de los segmentos de crecimiento, y el promedio es de 1.5 y de 3.4 cm. por mes para los segmentos N y N+1, respectivamente. Sin embargo, la longitud media ajustada es significativamente diferente entre los años, como se esperaba. En el segmento N+1, aparentemente hay un aumento progresivo en la longitud de medio año de 1955 a 1958. Parece que o bien ha ocurrido un cambio consistente en la época de desove, o no todas las series representan sucesivas clases anuales.

Región Intermedia

La Región Intermedia abarca las Areas 10 (Golfo de Panamá), 11 (Isla del Coco y banco) y 12 (Isla Malpelo y banco), respectivamente. Estas áreas son de importancia relativamente menor en la producción de pescado y la pesca dentro de ellas se hace generalmente sólo en dos o tres meses durante el primer semestre del año. Consecuentemente, la composición de tamaños de la pesca dentro de cada área es estimada por dos o más muestras para sólo unos pocos meses de cada año. Sin embargo, su posición intermedia entre las Regiones Sur y Central crea suficiente interés como para justificar un análisis separado de la composición de tamaños de esta región.

Composición de los tamaños y de las clases anuales de la pesca

Las distribuciones suavizadas de la frecuencia de las longitudes de la pesca mensual se presentan en la Figura 24 para los años 1955-1958. La pesca está compuesta exclusivamente de uno o dos grupos de tamaños que siempre son de menos de un metro de longitud modal. Las frecuencias basadas en una sola muestra exhiben una multiplicidad de grupos de tamaños en algunos meses, por ejemplo agosto y septiembre de 1957 y marzo de 1958.

Se nota un alto grado de similitud en la composición de tamaños entre las tres áreas. En consecuencia, los datos de estas tres áreas han sido combinados dentro de cada año para obtener una serie de tiempo más adecuada para el análisis.

La discontinuidad estacional de la pesca no permite una observación continua de los grupos de tamaños conforme van progresando a través de la pesquería; pero se ha asumido que los grupos de tamaños más grandes (80 a 100 cm.) en 1957 y 1958 están relacionados con los grupos de tamaños menores (50 a 60 cm.) del año anterior. Así, en la Figura 25, en la que las longitudes modales promedio de los grupos de tamaños están graficadas contra el tiempo de captura (los datos de los cuatro años aparecen superpuestos), los grupos de tamaños mayores han sido trasladados 12 meses hacia la derecha para formar "series modales" que corresponden, presumiblemente, a las curvas de crecimiento de las clases anuales. Estas se identifican, como de costumbre, por el año de entrada en la pesca. Las series X son consistentes en cuanto a la época y duración de su aparición de un año a otro. Los grupos de tamaños que se encuentran en la pesca de enero a junio de 1956 con una longitud de 60 a 80 cm., graficados hacia la izquierda y hacia la derecha de la serie X en la Figura 25, constituyen una reducida serie definitivamente fuera de fase con respecto a las series restantes y ha sido rotulada X55-6 para distinguirla

de las otras. La serie X55-6 será tratada de nuevo en uno de los siguientes capítulos.

Crecimiento

Las longitudes modales promedio de cada clase anual se anotan en la Tabla 10. Las clases anuales X55 a X58, entre las cuales las diferencias en la tasa de crecimiento y en la longitud modal promedio no pueden ser examinadas adecuadamente por falta de datos suficientes, pero que parecen ser insignificantes, han sido combinadas para obtener estimaciones del crecimiento. Las tasas de crecimiento y las longitudes de medio año, calculadas como anteriormente, son de 1.2 cm. por mes, 58.3 cm., 3.1 cm. por mes y 89.4 cm., respectivamente, para los segmentos de crecimiento N y N+1. Estas curvas promedio están delineadas en la Figura 25.

Sumario de los resultados regionales

Antes de proceder a las comparaciones del crecimiento y de la composición de las clases anuales de la pesca entre regiones, parece deseable una breve recapitulación de los resultados dentro de las regiones para dar perspectiva a éstos.

Región Norte

La Región Norte incluye cinco áreas de muestreo, dentro de las cuales los grupos predominantes de tamaños en las pescas mensuales representan los grupos de edades de sucesivas clases anuales. Las curvas de crecimiento de las clases anuales correspondientes coinciden en todas las áreas. Fué evidente variaciones significativas en las longitudes medias de los grupos de edades entre los años. La aparición estacional de grupos particulares de edades dentro de las clases anuales en las diferentes áreas sugirió posibles movimientos migratorios estacionales entre ellas.

Región Central

En la Región Central (una sola área de muestreo) la pesca está compuesta de series cortas y discontinuas de grupos de tamaños. Estas series parecen estar compuestas de dos distintos componentes de tamaños que entran en la pesca anualmente. Se ha mostrado que la reaparición anual dentro de cada una de las dos series es bastante uniforme y, consecuentemente, estas series pueden representar dos clases anuales que se originan cada año. Sin embargo, los datos pueden ser interpretados de otra manera y la interpretación que aquí se ha dado solamente representa la que, en opinión del autor, es la más cercana a la realidad.

Región Intermedia

Las pescas en las tres áreas de la Región Intermedia son estacionales

en alto grado y, en consecuencia, los datos de la composición de tamaños son algo fragmentarios. Se encontró que la composición de tamaños de la pesca es casi idéntica entre las tres áreas de muestreo y los grupos de tamaños predominantes fueron identificados como grupos de edades de sucesivas clases anuales. Sin embargo, la pesca de uno de los años contenía una serie de grupos de tamaños definitivamente fuera de fase en el tiempo de su aparición y en la longitud modal dentro de estas clases anuales.

Región Sur

La Región Sur está subdividida en cuatro áreas de muestreo, dos de las cuales proporcionan datos solamente para 1957 y 1958. Pudieron distinguirse grupos de tamaños que entran en la pesca anualmente y que aparecen con longitudes modales progresivamente mayores en los meses siguientes, pero la correlación en el tiempo de aparición y la correspondiente longitud modal de los grupos de tamaños de estas series en años sucesivos fué pobre. Las series que entran en la pesca en 1954 y 1955 no pudieron ser seguidas en el segundo año de la pesquería y exhibieron la mayor desviación. Los datos correspondientes a estos años fueron algo inadecuados y, en consecuencia, la identificación de estas series modales como clases anuales fué un poco dudosa; a pesar de ésto, se encontró que las series coincidieron en todas las áreas. Dos cortas series adicionales, erradas, de grupos de tamaños se presentaron principalmente en el Area 06, las cuales no pueden ser explicadas.

COMPARACIONES INTERREGIONALES

Una tarea muy importante y difícil es la determinación de la composición racial dentro de la población del atún aleta amarilla que mantiene la pesquería en el Océano Pacífico Oriental Tropical. Los estudios morfométricos han indicado muy claramente que esta población forma una unidad integral en relación con otras zonas de pesquerías de atún en el Pacífico Central (Schaefer, 1952); sin embargo, estudios similares aplicados a diferentes áreas dentro del Pacífico Oriental no fueron definitivos (Broadhead, 1959).

En consecuencia, es de interés comparar las tasas de crecimiento y la composición de las clases anuales de la pesca dentro de las varias regiones para ver si estas características nos dan alguna luz sobre este problema. La similitud de estas características puede considerarse una evidencia necesaria, aunque en verdad no suficiente, de la homogeneidad de las poblaciones. De esta manera, la autonomía de los stocks estaría indicada por las diferentes características de crecimiento y de la composición de las clases anuales, pero no al contrario.

Con respecto al problema de la población, estos datos pueden ser relativamente más valiosos, sin embargo, si se consideran en relación con los resultados de los estudios sobre marcación, serología y desove que se llevan a cabo.

Comparación de las tasas de crecimiento

Las comparaciones previas de las tasas de crecimiento estimadas por regresiones lineares dentro de cada año calendario no han indicado diferencias de significación ya sea entre las áreas o entre los años dentro de las regiones. Las comparaciones regionales se han limitado al segmento de crecimiento N+1, porque las estimaciones de la tasa de crecimiento en segmentos posteriores solamente son disponibles en la Región Norte, y las tasas de crecimiento calculadas para el segmento N son de dudoso significado a causa del continuo reclutamiento durante este período.

Las tasas promedio de crecimiento para el segmento N+1 dentro de las regiones y dentro de los años se presentan en la Tabla 11. Las diferencias entre regiones y años no son significantes, aunque hay la posibilidad de una tasa de crecimiento más alta en la Región Central y también en los años 1956 y 1957.

En consecuencia, la tasa general de crecimiento puede calcularse en 3.6 cm. por mes durante el año calendario que sigue al que los grupos iniciales de edad de cada una de las clases anuales aparecen en la pesca.

Composición de las clases anuales

La comparación de la composición de las clases anuales regionales se hace gráficamente superponiendo los valores promedio de las longitudes modales de las series, valores que se presume se aproximan al crecimiento de las clases anuales para las diversas regiones. A estos valores se anteponen los prefijos N, C, I, o S cuando es necesario distinguir las regiones.

Las curvas de crecimiento de las clases anuales que forman los principales componentes de tamaños (X) de las Regiones Norte, Central y Sur han sido graficadas en la Figura 26. Las clases anuales X54 y X55 exhiben una heterogeneidad considerable en las tres regiones. Las clases anuales X56 de las Regiones Norte y Sur coinciden muy de cerca; la de la Región Central coincide, inicialmente, pero se desvía algo de las otras en más de 65 centímetros. Esto puede estar relacionado con la discontinuidad de esta serie (CX56), de lo que se trató en el capítulo anterior. Las clases anuales X57 de las Regiones Central y Sur concuerdan entre sí, pero la de la Región Norte se desplaza considerablemente. Las clases

anuales X58 coinciden también en las Regiones Norte y Sur; no existen datos de la Región Central.

El desplazamiento de las curvas de crecimiento entre regiones es lo que es de interés pues sugiere que la población cuyo desove origina estas clases anuales podría ser autónoma.

En la Figura 27, los componentes secundarios de tamaños (Y) de las Regiones Norte y Central han sido agregados a los datos de la Figura 26. La característica de mayor interés es que los grupos de tamaños de la Región Central, identificados como Y57 (CY57 en la Figura 27), coinciden con la clase anual X57 de la Región Norte. También algunos de los grupos de tamaños en la serie Y56 de la Región Norte y, en particular, los hasta ahora inexplicables grupos de tamaños en la pesca de 1958 en el Area 08, coinciden con las clases anuales X57 en las Regiones Central y Sur. Esto sugiere que en 1957 y 1958 hubo una intermigración de peces entre las Regiones Norte y Central, pero que las dos poblaciones eran autónomas originalmente.

Los demás datos no sugieren ningún patrón definitivo. Los restantes grupos Y de la Región Norte no corresponden consistentemente con los componentes de las Regiones Central y Sur. Estos grupos pueden representar un desove anual secundario contribuyente de la Región Norte.

En la Figura 28 se han graficado las longitudes modales promedio de los grupos de edades dentro de las clases anuales en las Regiones Intermedia y Sur. Los grupos de edades de las respectivas clases anuales en las últimas regiones citadas concuerdan muy de cerca en tamaño y en el tiempo de su aparición, exceptuando la serie IX55. Nótese que las series IX55-6 y SX55 son coincidentes, ambas se encontraron fuera de fase en tiempo con las subsiguientes clases anuales dentro de sus respectivas regiones. De cualquier manera, se observa un grado considerable de homogeneidad en las curvas de crecimiento de las clases anuales en las dos regiones.

La posibilidad de que los stocks de peces de las Regiones Central, Intermedia y Sur estén muy cercanamente interrelacionados no puede, entonces, ser refutada, aunque los datos actuales no ofrecen una evidencia explícita de que necesariamente lo estén. Hay alguna evidencia de que los stocks de peces en la Región Norte son de origen independiente de los de las regiones al sur.

EDAD ESTIMADA Y CURVA TEORICA DE CRECIMIENTO

Los datos del Area 02 fueron seleccionados con el propósito de estimar las edades y delinear las curvas de crecimiento porque contenían la más adecuada representación de los grupos de edades sobre 100 centímetros.

Previamente se indicó que la tasa de crecimiento era similar en todas las áreas. Las longitudes modales mensuales de los grupos de edades de las clases anuales X54, X55 y X56 han sido utilizadas para proporcionar las estimaciones básicas. En el Area 02, las clases anuales entran en la pesca durante el último trimestre del año calendario. Como la longitud modal de los grupos de edades es sobreestimada para los primeros pocos meses después de su aparición en la pesca, debido a la selectividad de los sistemas de captura, los que se presentan en la pesca en el mes de abril del año que sigue al reclutamiento son los grupos iniciales de edad usados en los cálculos siguientes.[1]

Estimación de la edad

Los estudios sobre el desarrollo de las gónadas (Schaefer y Orange, 1956) indican que la mayor actividad en el desove en el Area 02 es consistentemente dentro del período de mayo a noviembre, siendo agosto el mes de la frecuencia máxima de hembras que están madurando. Asumiendo que este mes de agosto es la época promedio de desove para los stocks en esta área, los grupos iniciales de edad de los peces usados para los cálculos (longitud modal aproximada = 70 cm.) deben tener 8 ó 20 ó 32 etc. meses de edad. Asignando una edad de 32 meses resultaría que por lo menos dos de los primeros tres años de aumento serían menores que el del cuarto año. Asumiendo que la edad de 8 meses da el primer año un aumento de más o menos 2.3 veces el del segundo año, significaría que los grupos de tamaños de alrededor de 60 cm. de longitud modal aparecen en la pesca en el mes en que se asume sea el de la época máxima de desove o la edad cero. Estas asignaciones de la edad, mientras estén dentro del marco de la posibilidad, parecen mucho menos probables que la elección que queda. En consecuencia, asignaremos la edad de 20 meses a los grupos de edad que en abril alcanzan aproximadamente 70 cm. de longitud modal. Las clases anuales X54, X55, etc. son así identificadas como las clases anuales 1953, 1954, etc. que corresponden al año de origen.

Curva teórica de crecimiento

Las anteriores estimaciones del crecimiento, basadas en las relaciones lineares dentro de cada año calendario son de utilidad para propósitos comparativos cuando la edad relativa de los peces dentro del año es similar para todos los grupos que se comparan, ya que el crecimiento en longitud es casi linear en tan corto período. Sin embargo, es deseable presentar una continua relación de la longitud o el peso con la edad, de modo que las comparaciones puedan ser más generales y los datos del crecimiento promedio puedan servir mejor para la incorporación dentro de las ecua-

---

[1/] Los estudios actuales sobre la abundancia de las clases anuales indican que ab es aproximadamente la época en que los grupos de edades llegan a su reclu miento completo en la pesquería en esta área.

ciones sobre rendimiento en la teoría de la dinámica de las poblaciones.

La ecuación de von Bertalanffy

Una ecuación usada frecuentemente para describir el tamaño según la edad se debe a von Bertalanffy; la derivación de esta ecuación ha sido resumida adecuadamente en el estudio de Beverton y Holt (1957). Dicha ecuación se basa en el concepto del metabolismo del organismo y es, tal vez, preferible a las muchas otras curvas empíricas de crecimiento que han sido formuladas (ver por ejemplo Nair, 1954).

La forma de la curva

$$l_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_o)}), \text{ en la que}$$

l_t es la longitud a la edad t, está determinada por los dos parámetros K (proporcionales a la tasa del metabolismo) y por L_∞ (longitud asintótica). El parámetro t_o (edad aparente a la longitud cero)[1] determina la posición de la curva con respecto a los puntos observados.

Estimación de los parámetros
Métodos de ajuste

Los métodos de ajuste fueron los mismos indicados en el estudio de Beverton y Holt (1957, páginas 282-288) excepto que las relaciones lineares analíticas (Bartlett, 1949) entre la longitud modal en el mes N y en el mes N+1, y entre $log_e (L_\infty - l_t)$ y t fueron usadas para estimar K, L_∞ y t_o, respectivamente. Este proceso proporciona las mejores estimaciones disponibles de los parámetros b y a en las ecuaciones lineares de la forma $Y = a + bX$, en la que deseamos determinar los valores analíticos de a y b. Sin embargo, el proceso no proporciona necesariamente estimaciones eficientes de los parámetros $K = -log_e b$; $L_\infty = a/(1 - b)$; y $t_o = (log_e L_\infty \quad a)/b$ por causa de la relación adicional comprendida entre K y $log_e b$. Las estimaciones de K, basadas en los datos mensuales que aparecen en este estudio, son 1/12 de las correspondientes a un período anual.

Cálculo de los parámetros

Los cálculos de las parámetros K, L_∞ y t_o para las tres clases anuales son los siguientes:

Clases anuales	K	L_∞	t_o
1953	0.047	172 cm.	10 meses
1954	0.055	162 cm.	8 meses
1955	0.055	173 cm.	11 meses

[1] t_o es un valor arbitrario y no tiene necesariamente significación biológica alguna.

Debe hacerse notar que el 95 por ciento de los límites de confianza de la gradiente real $\beta = e^{-K}$ (*0.861 a 1.043*) incluye valores mayores de 1, que resultarían en una longitud asintótica no determinante.

Las longitudes modales observadas y las curvas de crecimiento calculadas para las tres clases anuales se presentan en la Figura 29 y parecen dar una graduación satisfactoria de los datos.

Longitud promedio y curvas del peso

A pesar de que la tasa de crecimiento, K, de la clase anual 1953 parece menor que las otras, la diferencia no es significante. En consecuencia, la longitud promedio a la edad t ha sido formulada así:

$$\bar{l}_t = 169\ (1 - e^{-.05(t-10)}).$$

El crecimiento promedio en términos de peso fué calculado usando la siguiente ecuación:

$$w_t = 218\ (1 - e^{-.05(t-10)})^3$$

en la que el peso asintótico, $W_\infty = 218$ libras, fué estimado de las relaciones entre longitud y peso de Chatwin (1959).[1] El punto de inflexión de la curva del peso representa el punto en tiempo o edad en que el peso es el 30 por ciento del valor asintótico, 31 meses en este caso.

Estas dos curvas promedio están delineadas en la Figura 30 e ilustran el buen ajuste de las longitudes y pesos observados para todas las clases anuales en las Areas 01-04.

COMPARACION DEL CRECIMIENTO EN EL PACIFICO ORIENTAL, CENTRAL Y OCCIDENTAL

Los estudios sobre la edad y el crecimiento publicados por Moore (1951) y por Iversen (1956), basados en la composición de tamaños de las pescas con palangre en el Hawai, de 1948 a 1953, y los publicados por Yabuta y Yukinawa (1957) basados en la composición de tamaños de las pescas de los barcos de carnada y con palangres en aguas japonesas, de 1953 a 1955, han sido empleados para las comparaciones de la edad y e

---

[1] La ecuación longitud-peso estimada para el atún aleta amarilla del Pacific Oriental es $W = 3.894 \times 10^{-8}\ L^{3.02}$, que está bastante cerca de una relación cúbic como para confirmar el uso del cúbico en la estimación de w_t.

crecimiento en el Pacífico Oriental. Ambas pesquerías tienen lugar en aguas al norte de los 15° N. de latitud, y los datos del Pacífico Oriental de aguas de una latitud similar—la Región Norte—serán utilizados para estas comparaciones.

Yabuta y Yukinawa han encontrado que las pescas japonesas de los barcos de carnada están compuestas de sucesivas clases anuales fácilmente distinguibles y entran por primera vez en la pesca en enero con un tamaño de 40 cm. más o menos. Las longitudes modales mensuales promediadas entre las tres sucesivas clases anuales incluídas en el estudio de Yabuta y Yukinawa aparecen graficadas en la Figura 31 contra el tiempo de captura, como lo están las longitudes modales mensuales promediadas entre las clases anuales 1953-1957 dentro de las Areas 01-04 y 08 en el Pacífico Oriental (ver la Tabla 4). La amplitud de longitudes en las pescas japonesas de los barcos de carnada es bastante corta, pero la coincidencia de las dos curvas de crecimiento es notoria, especialmente si se considera que una buena parte de la pesca japonesa con carnada incluye peces muy por debajo del tamaño de selección (hasta 70 cm.) en la pesquería del Pacífico Oriental. Nótese, sin embargo, que aun un desplazamiento de dos o tres meses hacia la derecha (que correspondería a una diferencia de dos o tres meses en la época promedio de desove) tendería a colocar los datos más en concordancia con nuestra hipótesis de que la longitud de los grupos de edades tiende a ser sobreestimada en los tamaños más pequeños (menos de 70 cm.). Puede ser también que un tamaño mínimo efectivo corresponda a la pesquería japonesa o que el sistema de pesca con caña y anzuelo sea por sí mismo selectivo bajo el nivel de 50 centímetros.

Yabuta y Yukinawa encontraron también un componente secundario de tamaños entre las clases anuales, análogo al componente Y encontrado en el presente estudio. Sin embargo, este segundo componente no es apreciable en longitudes más allá de 50 centímetros. Los autores sacan como conclusión que estos grupos secundarios de tamaños se deben o bien al muestreo selectivo de las clases anuales siguientes, o a que representan un stock de peces de un diferente período de desove.

Las longitudes modales mensuales de los grupos de edades promediadas entre diversas clases anuales en las pescas japonesas y hawaianas con palangre también han sido graficadas en la Figura 31. Moore estimó que K y L_∞ eran 0.46 y 190 cm., respectivamente, para los datos de la pesca hawaiana con palangre. Mediante el empleo de las longitudes modales de los grupos de edades promediadas entre diversas clases anuales en las pescas japonesas con palangre, el autor ha derivado estimaciones de 0.77 y 161.3 cm. para K y L_∞, respectivamente (el correspondiente valor anual de K para el Pacífico Oriental es de 0.66). Como se encontró que el 95 por ciento de los límites de confianza de K, calculados por los

límites de confianza de β, eran aproximadamente 1.40 y -0.48 en el Pacífico Oriental, las tasas de crecimiento de las tres regiones de pesca del Océano Pacífico no pueden ser consideradas significativamente diferentes.

Los tres juegos de datos se pueden también considerar graficados en una escala de edades casi común, ya que las edades estimadas en el mismo mes de captura están dentro de unos pocos meses de la otra. Si las edades estimadas son aproximadamente correctas, los peces en las pescas hawaianas y japonesas con palangre son considerablemente más grandes para su edad que los peces en las pescas del Pacífico Oriental (y posiblemente las japonesas) efectuadas por los barcos de carnada. Yabuta y Yukinawa creen que los grupos de edades de las pescas de los barcos de carnada y con palangre no son sino dos segmentos de una curva continua de crecimiento para la especie. Una hipótesis es la de que los peces de unos 90 cm. y más grandes tienden a habitar en aguas más profundas y que consecuentemente los miembros mayores de una clase anual se vuelven menos disponibles a la pesquería de los barcos de carnada o de superficie. Desafortunadamente, el esfuerzo de pesca de los barcos de carnada en el Pacífico Central y las actividades pesqueras con palangre en el Pacífico Oriental son demasiado insignificantes para proporcionar mayor evidencia sobre esta línea.

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA

Alverson, F. G.
1959 Geographical distribution of yellowfin tuna and skipjack catches from the Eastern Tropical Pacific Ocean, by quarters of the year, 1952-1955.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. III, No. 4, pp. 165-204 (English), pp. 205-214 (Spanish).

Bartlett, M. S.
1949 Fitting a straight line when both variables are subject to error.
Biometrics Vol. 5, No. 3, pp. 207-212.

Beverton, R. J. H. and S. J. Holt
1957 On the dynamics of exploited fish populations.
Min. of Agric. and Fish. (U.K.) Fish. Invest. Ser. II, Vol. XIX, 583 pp.

Broadhead, G. C.
1959 Morphometric comparisons among yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*), from the Eastern Tropical Pacific Ocean.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. III, No. 5, pp. 353-382 (English), pp. 383-392 (Spanish).

Chatwin, B. M.

1959 The relationship between length and weight of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) from the Eastern Tropical Pacific Ocean.

Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. III, No. 7, pp. 305-343 (English), pp. 344-352 (Spanish).

Hayashi, S.

1957 A review on age determination of the Pacific tunas.

Proc. Indo-Pac. Fish. Coun. Vol. 7, (II-III), pp. 53-64.

Hennemuth, R. C.

1957 An analysis of methods of sampling to determine the size composition of commercial landings of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*).

Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. II, No. 5, pp. 171-225 (English), pp. 226-244 (Spanish).

Hile, R.

1941 Age and growth of the rockbass, *Ambloplites rupestris* (Rafinesque), in Nebish Lake, Wisconsin.

Trans. Wisconsin Acad. Sci., Arts and Letters, Vol. 33, pp. 189-337.

Iversen, E. S.

1956 Size variation of central and western Pacific yellowfin tuna.
U. S. Fish and Wildlife Serv., Spec. Sci. Rept.: Fish. No. 174, 23 pp.

Moore, H. L.

1951 Estimation of age and growth of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) in Hawaiian waters by size frequencies.

U. S. Fish and Wildlife Serv., Fish Bull. 65, Vol. 52, pp. 133-149.

Nair, K. R.

1954 The fitting of growth curves. *In* Statistics and Mathematics in Biology, Edited by Kempthorn, Bancroft, Gowen, and Lush, Iowa State College Press, Ames, Iowa, 632 pp.

Otsu, T. and R. N. Ushida

1959 Study of age determination by hard parts of albacore from Central North Pacific and Hawaiian waters.

U. S. Fish and Wildlife Serv., Fish Bull. 65, Vol. 52, pp. 133-149.

Schaefer, M. B.

1952 Comparison of yellowfin tuna of Hawaiian waters and of th American West Coast.

U. S. Fish and Wildlife Serv., Fish. Bull. 72, Vol. 52, pp. 251-323

Schaefer, M. B. and C. J. Orange

1956 Studies of the sexual development and spawning of yellowfin tun (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) i three areas of the Eastern Pacific Ocean, by examination o gonads.

Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. I, No. 6, pp. 281-32 (English), pp. 321-350 (Spanish).

Yabuta, Y. and M. Yukinawa

1957 Age and growth of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) i Japanese waters by size frequencies.

Nankai Regional Fish. Res. Lab., Rept. No. 5, pp. 127-133.